

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 561.42+73(571.56)

doi: 10.26907/2542-064X.2021.3.430-443

О ВОЗРАСТЕ ИСКОПАЕМОЙ ФЛОРЫ КЫГЫЛТАССКОГО ГОРИЗОНТА ВЕРХНЕГО ПАЛЕОЗОЯ ВЕРХОЯНЬЯ, СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ

Л.Г. Пороховниченко¹, Р.В. Кутыгин², А.Н. Килясов²

¹Томский государственный университет, г. Томск, 634050, Россия

²Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН,
г. Якутск, 677000, Россия

Аннотация

Представлены первые результаты ревизии растительных остатков из терминальной части кыгылтасского горизонта в бассейне р. Хорокыг. Доминирующие в комплексе кордаитовые листья изучены с применением морфологического и микроструктурного методов, что позволило уточнить предшествующие палеонтологические определения в составе рода *Noeggerathiopsis* и привести их в соответствие с современной систематикой, а также провести валидизацию новых видов *N. heteroclitus* Tolstych и *N. khorokytica* Tolstych по типовым экземплярам. Верхнекыгылтасский флористический комплекс Западного Верхоянья сопоставляется с комплексами алыкаевской свиты Кузбасса и верхнекатской подсвиты Тунгусского бассейна, что свидетельствует о позднекаменноугольном возрасте верхней части кыгылтасского горизонта.

Ключевые слова: верхний карбон, нижняя пермь, биостратиграфия, палеоботаника, ископаемая флора, кыгылтасская свита, Верхоянье

Введение

Кыгылтасский горизонт, представляющий собой крупный трансгрессивно-регрессивный этап формирования верхоянского терригенного комплекса, широко распространен по всему Верхоянью от северной окраины Хараулахского хребта до южной части Сетте-Дабана. За многие годы исследования кыгылтасского горизонта накоплен огромный материал по его биостратиграфическому делению, фаціальным особенностям и палеонтологической характеристике ([1–3] и др.), однако геологический возраст этого крупного стратиграфического тела, мощность которого в центральных частях Верхоянья достигает 1200 м, до сих пор остается предметом для дискуссий ([4–6] и др.).

Фактологической основой для обоснования возраста кыгылтасской свиты и одноименного горизонта стало детальное изучение опорных разрезов верхнего палеозоя Западного Верхоянья, проводившееся в 60–70-е годы XX в. геологами и палеонтологами в процессе Государственной геологической съемки среднего масштаба. Изучив коллекции ископаемой флоры из разрезов кыгылтасской свиты истоков р. Дулгалах, а также бассейнов рек Дянышка, Тумара и Келе, А.Н. Толстых пришла к заключению о раннепермском возрасте кыгылтасской флоры [7],

а вмещающий ее кыгылтасский горизонт был сопоставлен с клинтайгинским горизонтом нижней перми Сибирской платформы [8]. Немногим позже, установив в пограничных слоях кыгылтасской и хорокытской свит (в стратотипе последней) присутствие пролеканитов позднекаменноугольного рода *Prouddenites* [9, 10], В.Н. Андрианов существенно изменил свои представления о возрасте кыгылтасских отложений, отнеся их к верхнему карбону. В дальнейшем у исследователей не было единого мнения о возрасте кыгылтасской свиты. Вместе с тем решение этого вопроса имеет принципиальное значение, поскольку именно с кыгылтасской свитой в Верхояно-Охотском регионе пространственно связана граница карбона и перми, проводимая в ее кровле [3] или внутри [4, 11].

Принадлежность нижней части кыгылтасского горизонта к верхнему карбону в настоящее время не вызывает сомнений, благодаря находке в нижнекыгылтасской подсвите верховьев р. Барайы Западного Верхоянья касимовских гониатитов рода *Eoshumardites* [12]. Морские беспозвоночные верхней части кыгылтасской свиты в Куранахской структурно-фациальной зоне Западного Верхоянья, являющейся стратотипической местностью, представлены преимущественно эндемичными таксонами, многие из которых обладают широким диапазоном стратиграфического распространения, тогда как заведомо пермские таксоны появляются непосредственно выше кыгылтасской свиты [10, 13]. В связи с этим основной группой, позволяющей выяснить возраст верхнекыгылтасской подсвиты, являются ископаемые растения.

Таксоны, установленные по макроостаткам растений из кыгылтасской свиты, составляют основу верхнекыгылтасского флористического комплекса, монографически описанного А.Н. Толстых [7]. Однако преобладающие в указанном комплексе виды кордаитов, отнесенные к роду *Noeggerathiopsis* Feistmantel, до настоящего времени не были ревизованы и не могли использоваться в стратиграфических целях и при цитировании. Как показано С.В. Мейеном [14], к роду *Noeggerathiopsis* не могут принадлежать виды ангарских кордаитов из-за их эпидермальной разнородности. Они должны распределяться между родами *Cordaites* Unger и *Ruffloria* Meyen в зависимости от наличия или отсутствия у их голотипов важного эпидермального признака – дорзальных желобков, вместилищ устьиц на нижней поверхности листьев, определяемых в листьях практически при любой их сохранности. Современная более естественная система кордаитовых листьев построена на основе комплекса эпидермальных и морфологических признаков и их таксономического веса [14–17]. Если ранее виды в составе рода *Noeggerathiopsis* зачастую выделялись по очертанию верхней части листьев, то сейчас среди морфологических признаков диагностическое значение придается строению оснований, где происходит сочленение листа и побега, а очертание верхушек часто рассматривается как признак внутривидовой изменчивости. Ревизия ранее установленных таксонов [14, 18, 19] показала, что голотип и оригиналы одного вида рода *Noeggerathiopsis* часто оказывались эпидермально разнородными, а морфологически сходные листья, отнесенные к родам *Cordaites* и *Ruffloria*, распространены в разрезах часто не синхронно. До настоящего времени еще значительная часть ангарских видов *Noeggerathiopsis* не используется на практике по причине отсутствия их ревизий, утраты типовых материалов или ущербности материала.

Участники палеоботанического коллоквиума, состоявшегося в 1992 г. в Новосибирске [20], при осмотре коллекций из верхнекыгылтасско-хорокытского интервала междуречья Дянышки и Тумары подтвердили мнение В.И. Данилова и С.Г. Гореловой, изучавших эту флору [21], о сопоставимости флористического комплекса верхнекыгылтасской подсвиты с алыкаевским комплексом Кузбасса. Однако М.В. Дуранте, обращаясь к полным спискам определений А.Н. Толстых, пришла к выводу, что «либо вся кыгылтасская свита, либо какая-то ее часть может быть сопоставлена уже с промежуточной свитой Кузбасса» [22, с. 28].

Рассмотренные противоречия во взглядах на определение возраста терминальной части кыгылтасского горизонта потребовали тщательной ревизии растительных остатков из стратотипической местности хорокытского горизонта, где устанавливается отчетливое стратиграфическое взаимоотношение этих соседствующих региональных подразделений. Первые результаты этой ревизии приведены в настоящей статье.

Материал

Наиболее представительная и четко привязанная к разрезу коллекция растительных остатков была собрана в 1968 г. П.П. Слепцовым в ходе геологосъемочных работ в южной части листа Q-52-XXX в низовье руч. Левый Хорокыт бассейна р. Хорокыт, левого притока р. Дьеленджа (рис. 1). Ископаемые растения были обнаружены в верхней половине верхней подсвиты кыгылтасской свиты, в слое 11, в 4 м выше его подошвы (обр. 480/11-1968), что соответствует 145 м ниже кровли кыгылтасской свиты, граничащей с хорокытской свитой. Из этой коллекции А.Н. Толстых определила следующие таксоны ископаемых растений: *Paracalamites* sp., *Sphenophyllum* cf. *thonii* Mahr, *S. elongatum* Rasskazova, *Zamiopteris* sp., *Z. sublanceolata* Rasskazova, *Noeggerathiopsis theodori* Tschirkova et Zalesky, *N.* cf. *theodori* Tschirkova et Zalesky, *N.* cf. *subangusta* Zalesky, *N.* cf. *intermedia* Radczenko, *N. pseudoaequalis* Radczenko, *N. batschatensis* Radczenko, *N. latifolia* Neuburg, *N.* cf. *derzavinii* Neuburg, *N. krychtofovichii* Radczenko, f. *verchojanica* Tolstych, *Crassinervia* sp., *Angarocarpus oviformis* Radczenko, а также новые виды – *Noeggerathiopsis heteroclitus* Tolstych., *N. kadaaczanica* Tolstych. и *N. khorokytica* Tolstych. По заключению А.Н. Толстых (Отчет о работе Дулгалахского геологосъемочного отряда..., 1969, с. 72), «растительные остатки подсвиты по общему составу и облику однотипны и представляют единый комплекс, близкий к промежуточному комплексу Кузбасса, по возрасту считающийся раннепермским. Возраст отложений, заключающих в себе данные растительные остатки, уверенно можно датировать нижней пермью и сопоставлять с нижней частью бургуклинской свиты Тунгусского бассейна и с промежуточной свитой Кузбасса». Аналогичный вывод о возрасте верхнекыгылтасского флористического комплекса бассейна р. Хорокыт был приведен А.Н. Толстых и в монографии, содержащей описание коллекции П.П. Слепцова [7]. Обоснование раннепермского возраста приведенного флористического комплекса из рассматриваемого местонахождения выглядит логичным, поскольку в нем указаны представители рода *Zamiopteris* и морфологические виды рода *Noeggerathiopsis* (*N.* cf. *derzavinii* Neuburg, *N. latifolia* Neuburg, *N. pseudoaequalis*), считавшиеся типично пермскими.

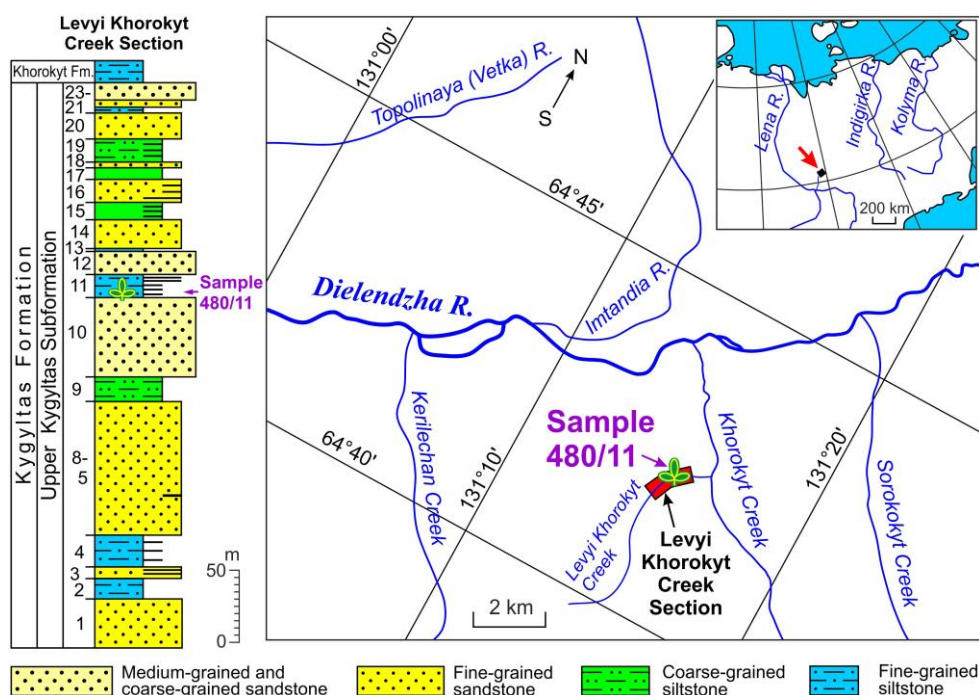


Рис. 1. Местонахождение флоры верхнекыгылтасской свиты руч. Левый Хорокыт (обр. 480/11) в стратиграфическом разрезе (слева) и на топографической схеме (справа). Стратиграфическая колонка составлена по рукописным полевым материалам П.П. Слепцова, 1968 г.

По причине приведенных выше противоречий в определении возраста пограничных кыгылтасско-хорокытских слоев возникла необходимость ревизии образцов с позднекыгылтасской флорой из ключевого местонахождения. Хранящаяся в Геологическом музее ИГАБМ СО РАН коллекция растительных остатков из верхнекыгылтасской подсвиты бассейна р. Хорокыт сборов П.П. Слепцова [23] представлена восемью алевролитовыми плитками (штуфами), широкие поверхности которых содержат отпечатки и противоотпечатки разнообразных растений, преимущественно кордаитовых листьев.

Сохранность растительных остатков имеет свои особенности. Морфологически цельные листья кордаитов очень редки, фитолеймы у них тонкие, трещиноватые и часто полностью разрушенные, поверхности отпечатков выветрены, вследствие чего детали эпидермальных структур наблюдаются крайне редко. Определение растительных остатков часто возможно только до рода или до вида в открытой номенклатуре. Распространена особая сохранность удлинённых гофрированных листьев. Жилки, пропечатанные через верхнюю эпидерму, впоследствии разрушенную, выглядят рельефными валиками и ошибочно могут быть приняты за дорзальные желобки (ДЖ). В таком случае определить род можно только по их соединению, характерному для *Cordaites*, или вставлению, характерному для ДЖ рода *Rufloria*.

Результаты исследования

Благодаря применению морфологического и микроструктурного (микроморфологического) методов удалось принципиально уточнить предыдущие палеонтологические определения [7] коллекции П.П. Слепцова из верхнекыгылтаской подсвиты бассейна р. Хорокыт Западного Верхоянья. Диагностированы 52 экз. растительных остатков, некоторые из них в каталоге коллекции ранее не отмечались. Для двух новых видов, установленных А.Н. Толстых, проведена валидизация.

Голотип местного вида *Noeggerathiopsis heteroclitus* Tolstych [7, табл. VI, фиг. 10] сохранился в виде отпечатка и противоотпечатка, по которым выявлено узкое оттянутое основание и соединяющиеся валики, соответствующие жилкам (рис. 2, 3). При отсутствии ДЖ вид *N. heteroclitus* Tolstych должен называться *Cordaites heteroclitus* (Tolstych). Этот вид морфологически очень близок к известному ангарскому виду *Cordaites indeterminatus* Gluchova, распространенному в нижнебалахонской подсерии Кузбасса и черногорской свите Минусинского бассейна [16, 19], возраст которых считается средне-позднекаменноугольным.

Оригиналы другого местного вида *Noeggerathiopsis khorokytica* Tolstych [7, с. 55–56, табл. VI, фиг. 1–6] характеризуются маленькими узко-клиновидными листьями с узкими оттянутыми основаниями, треугольной верхушкой и отсутствием ДЖ (рис. 4). Среди ангарских видов кордаитов листья с такой морфологией не встречались в карбоне и ранней перми, и не исключена их принадлежность к роду *Sphenophyllum*. К сожалению, верхушки листьев ретушированы, поэтому уточнить наличие зубчиков, характерных для многих видов сфенофиллов, не представляется возможным. По отсутствию ДЖ вид условно отнесен к роду *Cordaites* и должен называться *Cordaites? khorokytica* (Tolstych).

Экземпляр, отнесенный к виду *Noeggerathiopsis kadaaczanica* Tolstych [7, табл. VI, фиг. 8], не имеет ДЖ и по морфологическим признакам существенно отличается от голотипа [7, табл. VI, фиг. 7], происходящего из кунгурского яруса р. Кадачан. Совместно с рассматриваемым экземпляром в штуде породы присутствуют изолированные узкие оттянутые основания, которые, возможно, принадлежат к одному с ним виду. По очертанию, расхождению тонких жилок, по всей вероятности, узкому оттянутому основанию, орнаментации нижней поверхности в виде волосков данный экземпляр может сравниваться только с одним видом *Cordaites zaleskyi* Durante и условно к нему относиться. Этот вид известен из дусинобинской свиты среднего и верхнего карбона Южной Монголии и мазуровской и алыкаевской свит Кузнецкого бассейна [16, 24].

Мелкие листья, отнесенные А.Н. Толстых к новой форме *Noeggerathiopsis krychtofovichii* Radczenko, f. *verchojanica* Tolstych [7, табл. V, фиг. 17a], обладают узкими оттянутыми основаниями, и ДЖ у них отсутствуют. По морфологическим признакам они соответствуют диагнозу вида *N. krychtofovichii* Radczenko и экземплярам, описанным Е.С. Рассказовой из катской свиты Тунгусского бассейна [25, с. 27–28, табл. XXIII, фиг. 1–4], Г.П. Радченко из алыкаевской толщи Саяно-Алтайской области [26, с. 38, рис. 170a] и С.Г. Гореловой из Кузбасса. Формы, ранее относимые к *N. krychtofovichii* указываются как *Cordaites* aff. *krychtofovichii* (Radczenko) [27]. К *C. aff. krychtofovichii* (Radczenko) нами также отнесены совместно находящиеся в одном штуде экземпляры, определенные



Рис. 2. *Cordaites heteroclitus* (Tolstych): А – голотип ИГАБМ № 97/659, целый лист без кончика основания; В – ИГАБМ № 97/1000, нижняя часть листа; С – ИГАБМ № 97/1001, нижняя часть листа; D – ИГАБМ № 97/662, лист без основания. Западное Верхоянье, верховья р. Тумары, р. Дьеленджа, р. Хорокыт, руч. Левый Хорокыт; верхи кыгылтасской свиты; сборы П.П. Слепцова, обр. 480/11-1968 г. Длина всех линеек 5 мм

А.Н. Толстых «пермскими» видами *N. pseudoaequalis* Radczenko [7, табл. VIII, фиг. 9] и *N. latifolia* Neuburg [7, табл. VIII, фиг. 5]. Типовой материал вида *N. pseudoaequalis* Radczenko не ревизован и его принадлежность к роду *Cordaites* или *Rufioria* неизвестна. Экземпляр, определенный как *N. latifolia*, не может быть отнесен к крупнолистному виду *Cordaites latifolius* (Neuburg) S. Meyen из-за отсутствия основных диагностических признаков – ложных жилок и широкого окаймленного основания.

Экземпляр 97/624, определенный А.Н. Толстых как *N. theodorii* Tschirkova et Zalessky, не имеет ДЖ и по морфологическим признакам наиболее близок к виду

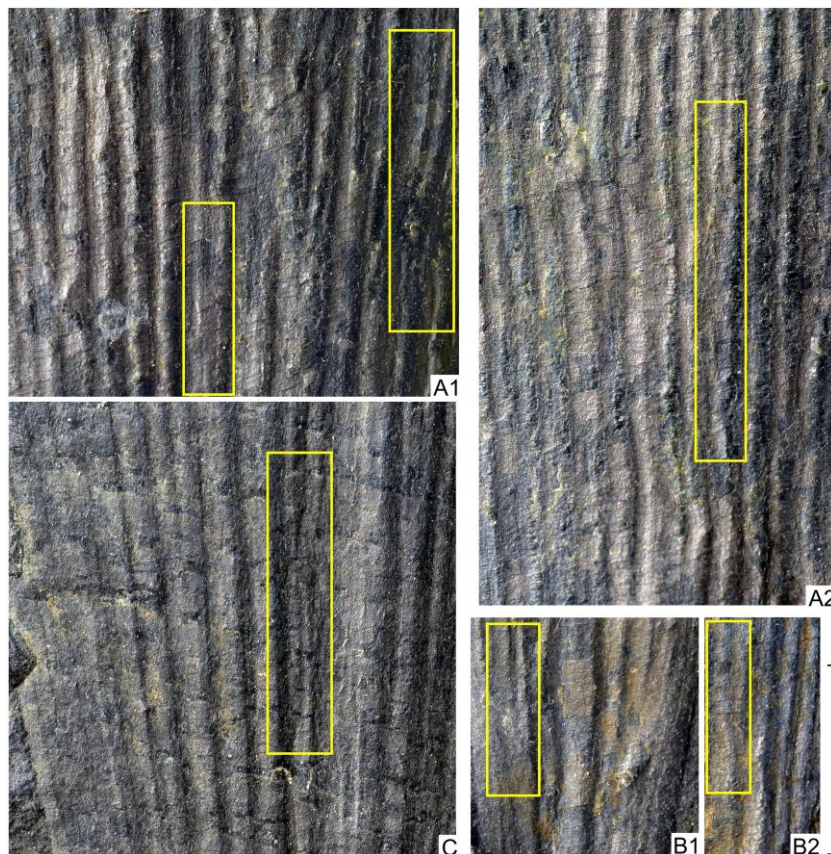


Рис. 3. Верхняя поверхность листьев *Cordaites heteroclitus* (Tolstych), фрагменты верхней и отпечатки нижней эпидермы: А1, А2 – голотип ИГАБМ № 97/659, в основании и средней части листа; В1, В2 – ИГАБМ № 97/1000, в основании и средней части листа; С – ИГАБМ № 97/1001, в средней части листа. Прямоугольниками выделены области соединений жилок. Местонахождение то же, что и на рис. 2. Длина линейки 5 мм

Cordaites neuburgae Gluchova, распространенному в мазуровской и алыкаевской свитах Кузбасса и в черногорской свите Минусинского бассейна, относящихся к среднему и верхнему карбону [16, 19]. В коллекции имеется несколько отпечатков почти цельных листьев и фрагментов узких оттянутых оснований, ранее не определенных и, возможно, также принадлежащих этому виду. Среди них есть фрагмент верхней части листа, отнесенный А.Н. Толстых к *N. cf. intermedia* Radczenko (экз. 97/628), который также не обладает ДЖ. В отличие от голотипа *Cordaites neuburgae* у рассматриваемых экземпляров более густое жилкование и в изолированных основаниях листьев не наблюдается кайма, что позволило диагностировать их как *Cordaites cf. neuburgae* Gluchova.

Экземпляр из коллекции (№ 97/647 и его противоотпечаток № 97/661), определенный А.Н. Толстых как *Zamiopteris sublanceolata* Rasskazova, не может относиться к роду *Zamiopteris*, поскольку не несет характерного для этого рода центрального пучка неветвящихся жилок в нижней и средней части листа. По жилкованию и отсутствию ДЖ он принадлежит к роду *Cordaites*, но не имеет аналогов среди близких видов и предварительно определен как *Cordaites* sp.

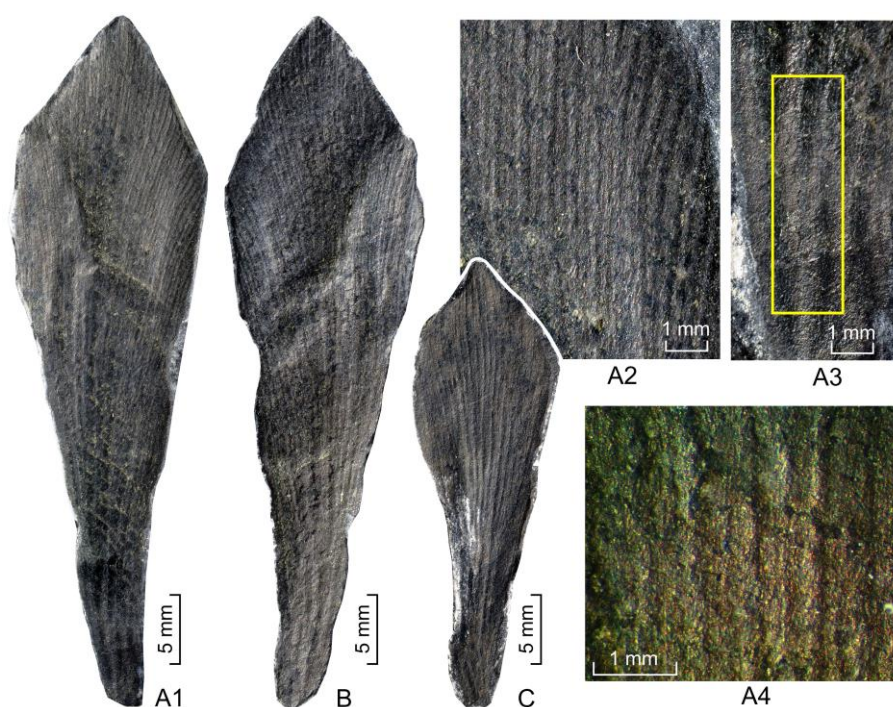


Рис. 4. *Cordaites? khorokytica* (Tolstych): А – голотип ИГАБМ № 97/631: А1 – целый лист, верхняя поверхность, А2 – фрагмент верхушки листа, дихотомирование жилок, А3 – основание листа, А4 – микроструктура листа, верхняя эпидерма; В – ИГАБМ № 97/633, противоотпечаток голотипа; С – ИГАБМ № 97/636, целый лист. Прямоугольником выделена область соединения жилок. Местонахождение то же, что и на рис. 2

Крупномерный экземпляр (97/652), ранее отнесенный к виду *N. cf. derzavinii* Neuburg, на самом деле к группе руфлорий не принадлежит, поскольку не обладает ДЖ. Из-за отсутствия основания листа он определен только до рода как *Cordaites* sp. 1.

У экземпляра 97/623, отнесенного А.Н. Толстых к *Sphenophyllum elongatum* Rasskasova, обнаружена мелкозубчатая верхушка, что не соответствует диагнозу этого вида. Определение может быть только до рода как *Sphenophyllum* sp.

Руфлории редки и представлены только прэруфлориями *Rufloria* (P.) ex gr. *theodorii* (Tschirkova et Zalesky) S. Meyen, характерными для нижнебалахонской подсерию Кузбасса и низов промежуточной свиты. В Тунгусском бассейне они распространены в катском горизонте и низах бургуклинского горизонта.

По результатам ревизии уточнен таксономический состав верхнекыгылтасского флористического комплекса. Из верхней подсвиты кыгылтасской свиты разреза Левый Хорокыт установлены следующие виды: *Cordaites heteroclitus* (Tolstych), *C. cf. heteroclitus* (Tolstych), *C. cf. neuburgae* Gluchova, *C. cf. zaleskyi* Durante, *C. krychtofovichii* (Radczenko), *Cordaites? khorokytica* (Tolstych), *Cordaites* sp. 1, *Cordaites* sp. 2, *Cordaites* sp. 3, *Cordaites* sp. 4, *Rufloria* (*Praerufloria*) ex gr. *theodorii* (Tschirkova et Zalesky) S. Meyen, *Samaropsis skokii* Neuburg, *S. cf. pauxilla* Zalesky, *S. aff. pumila* Suchov, *S. aff. auriculata* Neuburg, *Cordaicarpus baranovii* Suchov, *Crassinervia* sp., *Sphenophyllum* cf. *thonii* Mahr,

Sphenophyllum? sp., *Sphenopteris* sp., *Paracalamites* sp. Кроме указанных таксонов в комплексе установлен представитель недавно выделенного С.В. Наугольных [28] рода *Astrogaussia*, определенный нами как *A.* sp.

Заключение

В изученном комплексе ископаемых растений из верхней части кыгылтасского горизонта бассейна р. Хорокыт существенно преобладают кордаитантовые (в основном изолированные листья и семена), тогда как полиспермы и чешуевидные единичны, а членистостебельные и папоротниковидные крайне редки. Доминируют виды рода *Cordaites* с узкими оттянутыми основаниями, свойственные нижнебалахонской подсерии Кузбасса и ее аналогам в Сибири и не встреченные ранее в более молодых отложениях. Не подтвердилось присутствие в комплексе элементов пермской флоры, отмеченной А.Н. Толстых [7] – рода *Zamiopteris*, подрода *Alatorufloria* (*N.* cf. *derzavinii*) и вида *Cordaites latifolius* (Neuburg) S. Meyen (*N.* *latifolius* Neuburg). Таксоны других групп входят в состав флористических комплексов нижнебалахонской подсерии Кузбасса и ее аналогов. Исключение составляют *Samaropsis* cf. *skokii* Neuburg и *Crassinervia* sp., более распространенные в пермских отложениях. Несмотря на единичное присутствие этих таксонов, верхнекыгылтасский флористический комплекс по преобладающему таксономическому составу и количественным соотношениям видов сопоставляется с комплексами алыкаевской свиты Кузбасса и верхнекатской подсвиты Тунгусского бассейна. Полученные данные свидетельствуют о позднекаменноугольном возрасте верхней части кыгылтасского горизонта, что согласуется с представлениями о близости расположения границы карбона и перми в Верхоянье к основанию хорокытского горизонта.

Благодарности. Исследования выполнены по госзаданиям Томского государственного университета (проект № 0721-2020-0041) и Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (проект № 0381-2019-0002).

Литература

1. Андрианов В.Н. Верхнепалеозойские отложения Западного Верхоянья. – М.: Наука, 1966. – 133 с.
2. Клец А.Г., Будников И.В., Кутыгин Р.В., Гриненко В.С. Событийные уровни в среднем карбоне – ранней перми Верхоянья и региональная стратиграфическая схема // Тихоокеанская геология. – 2001. – Т. 20, № 5. – С. 45–57.
3. Решения Третьего межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (Санкт-Петербург, 2002) / Ред. Т.Н. Корень, Г.В. Котляр. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. – 268 с.
4. Клец А.Г. Верхний палеозой окраинных морей Ангариды. – Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2005. – 241 с.
5. Кутыгин Р.В., Будников И.В., Сивчиков В.Е. Основные черты стратиграфии касимовско-гжельских и пермских отложений Сибирской платформы и ее складчатого обрамления // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2020. – № 4. – С. 5–29. – doi: 10.31242/2618-9712-2020-25-4-1.

6. *Budnikov I.V., Kutygin R.V., Shi G.R., Sivtchikov V.E., Krivenko O.V.* Permian stratigraphy and paleogeography of Central Siberia (Angaraland) – A review // *J. Asian Earth Sci.* – 2020. – V. 196. – Art. 104365, P. 1–21. – doi: 10.1016/j.jseaes.2020.104365.
7. *Толстых А.Н.* Позднепалеозойская флора Западного Верхоянья. – Новосибирск: Наука, 1974. – 103 с.
8. *Андрианов В.Н., Толстых А.Н.* Биостратиграфия пермских отложений Верхоянья // Докембрий и палеозой Северо-Востока СССР. – Магадан, 1974. – С. 115–117.
9. *Андрианов В.Н.* Новые данные о возрасте солончанской и кыгылтасской свит (карбон) Западного Верхоянья // Современные проблемы геологии Якутии. – Якутск: Изд-во Якут. гос. ун-та, 1981. – С. 57–65.
10. *Kutygin R.V.* The Permian ammonoid family *Medlicottiidae* in the Verkhoyansk Region // *Paleontol. J.* – 2020. – V. 54, No 6. – P. 571–583. – doi: 10.1134/S0031030120060039.
11. *Дуранте М.В.* Верхнепалеозойские флоры и стратиграфия Верхоянья // Палеоботанический временник. Приложение к журналу «*Lethaea rossica*». – 2013. – Вып. 1. – С. 109–111.
12. *Кутыгин Р.В., Будников И.В., Клец А.Г., Перегудов Л.Г.* О находке гониатита *Eoshumardites* в кыгылтасской свите Западного Верхоянья // *Отеч. геол.* – 2008. – № 5. – С. 60–66.
13. *Makoshin V.I., Kutygin R.V.* Asselian–Sakmarian (Lower Permian) brachiopod zonation of the Verkhoyansk Region, Northeast Russia // *Stratigr. Geol. Correl.* – 2020. – V. 28, No 7. – P. 716–744. – doi: 10.1134/S0869593820040061.
14. *Мейен С.В.* Кордаитовые верхнего палеозоя Северной Евразии. – М.: Наука, 1966. – 184 с.
15. *Глухова Л.В.* Систематика, микроструктура, стратиграфическое распространение руфлорий (Обзор) // *Lethaea rossica*. – 2009. – Т. 1. – С. 15–50.
16. *Глухова Л.В.* Систематика и микроструктура кордаитовых листьев без дорсальных желобков из верхнего палеозоя Северной Евразии (Обзор) // *Lethaea rossica*. – 2011. – Т. 4. – С. 1–58.
17. *Пороховниченко Л.Г.* Классификация листьев ангарских кордаитантовых по морфологическим и микроструктурным признакам. // *Ископаемые растения и стратиграфия позднего палеозоя Ангариды и сопредельных территорий.* – М.: ГЕОС, 2009. – С. 48–50.
18. *Мейен С.В.* Дополнение С.В. Мейена об эпидермальном строении печорских кордаитов // *Нейбург М.Ф.* Пермская флора Печорского бассейна. Ч. III. – М.: Наука, 1965. – С. 39–41.
19. *Глухова Л.В.* Новые данные о балахонских *Cordaites* Кузбасса // *Палеонтол. журн.* – 1967. – № 1. – С. 110–119.
20. *Будников И.В.* Решение рабочего палеоботанического коллоквиума, посвященного корреляции фитокомплексов карбона и перми Западного Верхоянья, востока Тунгусской синеклизы и Кузбасса (стратотипа флороносного верхнего палеозоя Ангариды), Новосибирск, 20–27 апр. 1992 г. // *Кузбасс – ключевой район в стратиграфии верхнего палеозоя Ангариды.* – Новосибирск: Интергео, 1996. – Т. II. – С. 95–99.
21. *Будников И.В., Данилов В.И.* Литология и палеонтологическая характеристика верхнепалеозойских отложений Западного Верхоянья // *Геология и геофизика.* – 1985. – № 8. – С. 3–10.
22. *Дуранте М.В.* Положение основных геохронологических рубежей во флороносных отложениях верхнего палеозоя Кузбасса (состояние проблемы) // *Кузбасс – ключевой район в стратиграфии верхнего палеозоя Ангариды.* – Новосибирск: Интергео, 1996. – Т. I. – С. 23–35.

23. *Пороховниченко Л.* Новые данные по флоре из кыгылтасской свиты (Западное Верхоянье) // X Чтения памяти А.Н. Криштофовича. – СПб., 2019. – С. 46–47.
24. *Дуранте М.В.* Палеоботаническое обоснование стратиграфии карбона и перми Монголии. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
25. *Рассказова Е.С.* Ископаемая флора катской свиты Тунгусского бассейна. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 56 с.
26. *Радченко Г.П.* Руководящие формы верхнепалеозойской флоры Алтае-Саянской области // Атлас руководящих форм ископаемой флоры и фауны Западной Сибири, Ч. II. – М.: Госгеолтехиздат, 1955. – С. 42–154.
27. *Горелова С.Г., Батяева С.К.* Растения // Верхний палеозой Ангариды. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 118–131.
28. *Наугольных С.В.* Flora Permica. Растительный мир пермского периода. Приуралье. – М.: ГЕОС, 2016. – 335 с.

Поступила в редакцию
23.06.2021

Пороховниченко Любовь Георгиевна, кандидат геолого-минералогических наук, инженер-исследователь

Томский государственный университет
пр. Ленина, 36, г. Томск, 634050, Россия
E-mail: plg@t-sk.ru

Кутыгин Руслан Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник

Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН
пр. Ленина, д. 39, г. Якутск, 677000, Россия
E-mail: rkutygin@mail.ru

Киясов Афанасий Николаевич, младший научный сотрудник

Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН
пр. Ленина, д. 39, г. Якутск, 677000, Россия
E-mail: kilyasov1993@mail.ru

ORIGINAL ARTICLE

doi: 10.26907/2542-064X.2021.3.430-443

**About the Age of Fossil Flora of the Kygyltasian Regional Stage
of the Upper Paleozoic in the Verkhoyansk Region, Northeastern Russia**L.G. Porokhovnichenko^{a*}, R.V. Kutugin^{b**}, A.N. Kilyasov^{b***}^aTomsk State University, Tomsk, 634050 Russia^bDiamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch,
Russian Academy of Sciences, Yakutsk, 677000 Russia

E-mail: *plg@t-sk.ru, **rkutugin@mail.ru, ***kilyasov1993@mail.ru

Received June 23, 2021

Abstract

The Kygyltasian Regional Stage is widespread throughout the Verkhoyansk Region, where it reflects a large transgressive-regressive cycle of the Verkhoyanian terrigenous sedimentation. Over the years, a huge amount of material has been accumulated on biostratigraphic division, facies features, and paleontological characteristics of this large stratigraphic unit, but its age is still debatable. The main fossils in the upper part of the Kygyltasian Regional Stage are higher plants, the remains of which were studied in the last century using outdated taxonomy. This study is devoted to revision of the collection of fossil plants from the type locality of the Kygyltasian Regional Stage (Western Verkhoyanie) in order to clarify the taxonomic composition and the age of the Upper Kygyltasian floristic association. The dominant cordaite leaves in the association were studied using the morphological and microstructural methods. This made it possible to clarify the previous paleontological definitions of the genus *Noeggerathiopsis* and bring them in line with modern taxonomy.

The species *Noeggerathiopsis heteroclitus* Tolstych and *N. khorokytica* Tolstych were validated for type specimens. The following species were identified from the Upper Kygyltas Subformation of the Levyi Khorokyt section: *Cordaite heteroclitus* (Tolstych), *C. cf. neuburgae* Gluchova, *C. cf. zaleskyi* Durante, *C. krychtofovichii* (Radzenko), *Cordaite? khorokytica* (Tolstych), *Cordaite* sp. 1, *Cordaite* sp. 2, *Cordaite* sp. 3, *Cordaite* sp. 4, *Rufloria (Praerufloria)* ex gr. *theodorii* (Tschirkova et Zalesky) S. Meyen, *Samaropsis skokii* Neuburg, *S. cf. pauxilla* Zalesky, *S. aff. pumila* Suchov, *S. aff. auriculata* Neuburg, *Cordaicarpus baranovii* Suchov, *Crassinervia* sp., *Astrogaussia* sp., *Sphenophyllum cf. thonii* Mahr, *Sphenophyllum?* sp., *Sphenopteris* sp., *Paracalamites* sp.

Based on the results of the study, the Upper Kygyltasian floristic association of the Western Verkhoyansk Region was compared with floristic associations of the Alykaeva Formation (Kuzbass) and the Upper Kata Subformation (Tunguska basin). From the above, the Late Carboniferous age of the upper part of the Kygyltasian Regional Stage follows. The results obtained are in good agreement with the correlation of the Verkhoyanian Carboniferous-Permian deposits for marine invertebrates.

Keywords: Upper Carboniferous, Lower Permian, biostratigraphy, paleobotany, fossil flora, Kygyltas Formation, Verkhoyansk Region

Acknowledgments. This study was performed as part of the state assignments to Tomsk State University (project no. 0721-2020-0041) and Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences (project no. 0381-2019-0002).

Figure Captions

Fig. 1. The flora location of the upper Kygyltas Formation in the Levyi Khorokyt Creek (sample 480/11) in the stratigraphic section (on the left) and on the topographic scheme (on the right). The stratigraphic column is based on handwritten field materials by P.P. Sleptsov, 1968.

Fig. 2. *Cordaites heteroclitus* (Tolstych): A – holotype IGABM 97/659, whole leaf without base tip, B – IGABM 97/1000, lower part of the leaf; C – IGABM 97/1001, lower part of the leaf; D – IGABM 97/662, leaf without base. Western Verkhoyansk Region, upper reaches of the Tumara River, Dielendzha River, Khorokyt River, Levy Khorokyt Creek; upper part of the Kygyltas Formation; specimens collected by P.P. Sleptsov, sample 480/11-1968. Scale bar 5 mm.

Fig. 3. Upper surface of the *Cordaites heteroclitus* (Tolstych) leaves, fragments of the upper epidermis and imprints of the lower epidermis: A1, A2 – holotype IGABM 97/659, at the base and middle of the leaf; B1, B2 – IGABM 97/1000, at the base and middle of the leaf; C – IGABM 97/1001, in the middle of the leaf. Areas of vein junctions are marked with rectangles. The location is the same as in Fig. 2. Scale bar 5 mm.

Fig. 4. *Cordaites? khorokytica* (Tolstych): A – holotype IGABM 97/631: A1 – whole leaf, upper surface, A2 – leaf apex fragment, vein dichotomization, A3 – leaf base, A4 – leaf microstructure, upper epidermis; B – IGABM 97/633, holotype counterprint; C – IGABM 97/636, solid sheet. The area of vein connection is marked with a rectangle. The location is the same as in Fig. 2.

References

1. Andrianov V.N. *Verkhnepaleozoiskie otlozheniya Zapadnogo Verkhoyan'ya* [Upper Paleozoic Deposits of the Western Verkhoyansk Region]. Moscow, Nauka, 1966. 133 p. (In Russian)
2. Klets A.G., Budnikov I.V., Kutygin R.V., Grinenko V.S. Event Levels in the Middle Carboniferous – Early Permian of the Verkhoyansk Region and the regional stratigraphic scheme. *Tikhookean. Geol.*, 2001, vol. 20, no. 5, pp. 45–57. (In Russian)
3. Koren' T.N., Kotlyar G.V. (Eds.) *Resheniya Tret'ego mezhdomstvennogo regional'nogo stratigraficheskogo soveshchaniya po dokembriyu, paleozoyu i mezozoyu Severo-Vostoka Rossii (Sankt-Peterburg, 2002)* [Resolution of the 3rd Interdepartmental Regional Stratigraphic Meeting on the Pre-Cambrian, Paleozoic, and Mesozoic of Northeastern Russia (St. Petersburg, 2002)]. St. Petersburg, Izd. VSEGEI, 2009. 268 p. (In Russian)
4. Klets A.G. *Verkhonii paleozoi okrainnykh morei Angaridy* [Upper Paleozoic of Marginal Seas of Angaraland]. Novosibirsk, Akad. Izd. "Geo", 2005. 240 p. (In Russian)
5. Kutygin R.V., Budnikov I.V., Sivtchikov V.E. The main features of the Kasimovian-Gzhelian and Permian stratigraphy in the Siberian platform and adjacent fold belts. *Prir. Resur. Arkt. Subarkt.*, 2020, no. 4, pp. 5–29. doi: 10.31242/2618-9712-2020-25-4-1.
6. Budnikov I.V., Kutygin R.V., Shi G.R., Sivtchikov V.E., Krivenko O.V. Permian stratigraphy and paleogeography of Central Siberia (Angaraland) – A review. *J. Asian Earth Sci.*, 2020, vol. 196, art. 104365, pp. 1–21. doi: 10.1016/j.jseas.2020.104365.
7. Tolstych A.N. *Pozdnepaleozoyskaya flora Zapadnogo Verkhoyan'ya* [Late Paleozoic Flora of the Western Verkhoyansk Region]. Novosibirsk, Nauka, 1964. 103 p. (In Russian)
8. Andrianov V.N., Tolstych A.N. Permian biostratigraphy of the Verkhoyansk Region. In: *Dokembrii i paleozoi Severo-Vostoka SSSR* [Pre-Cambrian and Paleozoic of Northeastern Russia]. Magadan, 1974, pp. 115–117. (In Russian)
9. Andrianov V.N. New data on the age of the Solonchan and Kygyltas Formations (Carboniferous) of the Western Verkhoyansk Region. In: Korostelev V.I. (Ed.) *Sovremennye problemy geologii Yakutii* [Modern Problems of Geology of Yakutia]. Yakutsk, Izd. Yakutsk. Gos. Univ., 1981, pp. 57–65. (In Russian)
10. Kutygin R.V. The Permian ammonoid family Medicottiidae in the Verkhoyansk Region. *Paleontol. J.*, 2020, vol. 54, no. 6, pp. 571–583. doi: 10.1134/S0031030120060039.
11. Durante M.V. Upper Paleozoic flora and stratigraphy of the Verkhoyansk Region. *Paleobot. Vremennik. Prolozh. Zh. "Lethaea rossica"*, 2013, no. 1, pp. 109–111. (In Russian)
12. Kutygin R.V., Budnikov I.V., Klets A.G., Peregoedov L.G. On the finding of Eoshumardites goniatite in the Kygyltas Formation of the Western Verkhoyansk Region. *Otechestvennaya Geol.*, 2008, no. 5, pp. 60–66. (In Russian)
13. Makoshin V.I., Kutygin R.V. Asselian–Sakmarian (Lower Permian) brachiopod zonation of the Verkhoyansk Region, Northeast Russia. *Stratigr. Geol. Correl.*, 2020, vol. 28, no. 7, pp. 716–744. doi: 10.1134/S0869593820040061.

14. Meyen S.V. *Kordaitovye verkhnego paleozoya Severnoi Evrazii* [Upper Paleozoic Cordaites of Northern Eurasia]. Moscow, Nauka, 1966. 184 p. (In Russian)
15. Gluchova L.V. Taxonomy, microstructure, stratigraphic distribution of rufliorians (Review). *Lethaea rossica*, 2009, vol. 1, pp. 15–50. (In Russian)
16. Gluchova L.V. Taxonomy and microstructure of cordaite leaves without dorsal grooves from the Upper Paleozoic of Northern Eurasia (Review). *Lethaea rossica*, 2011, vol. 4, pp. 1–58. (In Russian)
17. Porokhovnichenko L.G. Classification of leaves of Angaraland cordaites by morphological and microstructural characteristics. In: *Iskopaemye rasteniya i stratigrafiya pozdnego paleozoya Angaridy i sopredel'nykh territorii* [Fossil Plants and Stratigraphy of the Late Paleozoic of Angaraland and Adjacent Territories]. Moscow, GEOS, 2009, pp. 48–50. (In Russian)
18. Meyen S.V. Supplement by S.V. Meyen on the epidermal structure of the Pechora cordaites. In: Neuburg M.F. *Permskaya flora Pechorskogo basseina* [Permian Flora of the Pechora Basin]. Pt. III. Moscow, Nauka, 1965, pp. 39–41. (In Russian)
19. Glukhova L.V. New data on the Balakhonian cordaites of Kuzbass. *Paleontol. Zh.*, 1967, no. 1, pp. 110–119. (In Russian)
20. Budnikov I.V. Resolution of the working paleobotanical colloquium devoted to the correlation of phytocomplexes of the Carboniferous and Permian of the Western Verkhoyansk Region, the east of the Tunguska syncline, and Kuzbass (stratotype of the plant-bearing Upper Paleozoic of Angaraland). In: *Kuzbass – klyuchevoi raion v stratigrafii verkhnego paleozoya Angaridy* [Kuzbass, a Key Region for the Stratigraphy of the Upper Paleozoic of Angaraland]. Vol. II. Novosibirsk, Intergeo, 1996, pp. 95–99. (In Russian)
21. Budnikov I.V., Danilov V.I. Lithology and paleontological characteristics of the Upper Paleozoic deposits of the Western Verkhoyansk Region. *Geol. Geofiz.*, 1985, no. 8, pp. 3–10. (In Russian)
22. Durante M.V. Position of the main geochronological boundaries in the flora-bearing sediments of the Upper Paleozoic of Kuzbass (state of the problem). In: *Kuzbass – klyuchevoi raion v stratigrafii verkhnego paleozoya Angaridy* [Kuzbass, a Key Region for the Stratigraphy of the Upper Paleozoic of Angaraland]. Vol. I. Novosibirsk, Intergeo, 1996, pp. 23–35. (In Russian)
23. Porokhovnichenko L. New data on flora from the Kygyltas Formation, Western Verkhoyansk Region. *X chteniya pamyati A.N. Krishtofovicha* [Proc. X Lectures in Memory of A.N. Krishtofovich]. St. Petersburg, 2019, pp. 46–47. (In Russian)
24. Durante M.V. *Paleobotanicheskoe obosnovanie stratigrafii karbona i permi Mongolii* [Paleobotanical Substantiation of the Carboniferous and Permian Stratigraphy of Mongolia]. Moscow, Nauka, 1976. 280 p. (In Russian)
25. Rasskazova E.S. *Iskopaemaya flora katskoi svity Tungusskogo basseina* [Fossil Flora of the Kata Formation of the Tunguska Basin]. Moscow, Izd. Akad. Nauk SSSR, 1962. 56 p. (In Russian)
26. Radchenko G.P. The key forms of the Upper Paleozoic flora of the Altai-Sayan Region. In: *Atlas rukovodyashchikh form iskopaemoi flory i fauny Zapadnoi Sibiri* [Atlas of the Key Forms of Fossil Flora and Fauna of Western Siberia]. Pt. II. Moscow, Gosgeoltekhizdat, 1955, pp. 42–154. (In Russian)
27. Gorelova S.G., Batyaeva S.K. Plants. In: *Verkhniy paleozoi Angaridy* [Upper Paleozoic of Angaraland]. Novosibirsk, Nauka, 1988, pp. 118–131. (In Russian)
28. Naugol'nykh S.V. *Flora Permica. Rastitel'nyi mir permskogo perioda. Priural'e* [Flora Permica. Plant World of the Permian Period. Cis-Urals.] Moscow, GEOS, 2016. 335 p. (In Russian)

Для цитирования: Пороховниченко Л.Г., Кутыгин Р.В., Кильясов А.Н. О возрасте ископаемой флоры кыгылтасского горизонта верхнего палеозоя Верхоянья, северо-восток России // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2021. – Т. 163, кн. 3. – С. 430–443. – doi: 10.26907/2542-064X.2021.3.430-443.

For citation: Porokhovnichenko L.G., Kutygin R.V., Kilyasov A.N. About the age of fossil flora of the Kygyltasian Regional Stage of the Upper Paleozoic in the Verkhoyansk Region, Northeastern Russia. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2021, vol. 163, no. 3, pp. 430–443. doi: 10.26907/2542-064X.2021.3.430-443. (In Russian)