

# Новые данные о каменноугольной флоре Монгольского Алтая (Северо-Западная Монголия)

З. Шимунек<sup>1</sup>, П. Чап<sup>2</sup>, Ю.В. Мосейчик<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup> Чешская геологическая служба, Чешская Республика, 11821 Прага I, ул. Кларов 131/3

<sup>1</sup> zbynek.simunek@geology.cz, <sup>2</sup> pavel.cap@geology.cz

<sup>3</sup> Геологический институт РАН, 119017 Москва, Пыжевский пер. 7

mosseichik@mail.ru

## Введение

Первые сведения о каменноугольной флоре Монгольского Алтая появились в 1920-х годах во время работы Геологического отряда Монгольской Комиссии при Совнаркоме СССР. Одну из партий этого отряда, которая занималась изучением хр. Батыр-Хайрхан, возглавляла М.Ф. Нейбург. Во время этих работ в верховьях р. Цаган-Чуло (юго-западные отроги хр. Батыр-Хайрхан) были обнаружены каменноугольные отложения, представленные песчаниками, алевролитами и черными сланцами с остатками плауновидных, предварительно определенными М.Ф. Нейбург [1929] как *Lepidodendron glaucum* Eichwald, *Lepidodendron* sp., *Bothroddron* sp., *Knoria* sp.

Позднее в том же районе (в верховьях р. Элиэ-Гол) и на северо-западе хр. Батыр-Хайрхан (к югу от верховьев р. Батурина-Гол) советскими геологами П.С. Матросовым и В.А. Федоровским были найдены растительные остатки, которые Г.П. Радченко определил как *Lepidodendropsis concinna* Radczenko, *L. theodori* (Zalessky) Jongmans, *L. mongolica* Radczenko\*, *Ursodendron meleschtenkoi* Radczenko, *U. chacassicum* Radczenko, *Protosalanis elongatum* Radczenko\*, *P. torrenticum* (Chachlov) Radczenko\*, *Tomiodendron dissitum* Radczenko\*, *Zalesskyodendron minutum* Radczenko\*, *Knoria* sp., *Protopteridium* cf. *delawarensis* (Arnold)\*, *Sphenopteris* sp. nov. [Геология..., 1973]. При этом виды и комбинации, отмеченные нами звездочкой, не были действительно обнародованы.

М.В. Дуранте [1976] назвала этот комплекс лепидофитовым и по присутствию плауновидных *Lepidodendropsis concinna* и *Ursodendron*, характерных для первой половины раннего кар-

бона Южной Ангариды, предположила его турнейско-визейский возраст.

Иной комплекс растений был обнаружен В.А. Федоровским в угольных пластах, обнажающихся в верховьях р. Батурина-Гол. По определениям Г.П. Радченко, он представлен следующими видами: *Paracalamites* cf. *askysensis* Kovbasina, *Angaropteridium* cf. *vescum* Zalessky, *A.* cf. *tyrganicum* Zalessky, *Noeggerathiopsis tyrganica* Radczenko, *Cordaicarpus* sp., *Samaropsis pauxilla* Zalessky [Геология..., 1973]. Близкий по составу комплекс был найден Н.Г. Марковой в песчано-конгломератовых отложениях юго-восточных отрогов хр. Батыр-Хайрхан (верховья р. Хоштуин-Гол); отсюда М.В. Дуранте [1976] определила: *Angaropteridium cardiopteroides* (Schmalhausen) Zalessky, *A. ex gr. abaeatum* Zalessky, *Angaropteridium* sp.

По мнению М.В. Дуранте [1976], эта флора, представленная преимущественно птеридоспермами *Angaropteridium*, принадлежит к птеридоспермовому (ангароптеридиевому) комплексу Ангариды, характерному для башкирского века.

Выше по разрезу в верховьях р. Хоштуин-Гол в аргиллитах и глинистых сланцах В.А. Федоровским был обнаружен еще один комплекс растений, преимущественно кордайтовый, откуда Г.П. Радченко определил: *Noeggerathiopsis theodori* Zalessky, *N. vittaefolia* Radczenko, *N. subangusta* Zalessky, *Angaropteridium cardiopteroides* (Schmalhausen) Zalessky. М.В. Дуранте [1976] относила эти находки к птеридоспермово-кордайтовому комплексу Ангариды, отвечающему приблизительно московскому – гжельскому векам.

К сожалению, перечисленные находки растений не были описаны и изображены и место их хранения неизвестно. Кроме того, в 1960–1970-х годах были внесены значительные корректизы в систематику ангарских лепидофитов и кордаитов. В частности, С.В. Мейен [1966; Meyen, 1976] показал, что в ангарском карбоне отсутствуют такие еврамерийские роды, как *Lepidodendron* Sternberg, *Lepidodropsis* Lutz, *Bothrodendron* Lindley et Hutton, *Protasolanus* Hörich, а листья ангарских кордаитов следует относить к родам *Cordaites* Unger и *Rufalaria* S. Meyen (а не к *Noeggerathiopsis* Feistmantel). Кроме того, часть видов листьев птеридоспермов, ранее включавшихся в род *Angaropteridium* Zalessky, были перенесены М.В. Дуранте в род *Abacanidium* Radczenko [Биостратиграфия..., 1983].

В связи со сказанным, вышеупомянутые списки растений оказываются неаутентичными и номенклатурно устаревшими. Поэтому в этой связи оказались весьма интересными новые сборы ископаемых растений из нижней части (хуренгольской свиты) каменноугольной толщи хр. Батыр-Хайрхан, сделанные в 2013–2015 годах сотрудниками Чешской геологической службы П. Чапом (Pavel Čáp) и В. Жачеком (Vladimír Žáček). Настоящая статья посвящена краткому описанию наиболее хорошо сохранившихся отпечатков и слепков растений из этих сборов, а также дисперсных кутикул, полученных путем мацерации углей из верхней части хуренгольской свиты.

Изученный материал хранится в Чешской геологической службе (Прага).

### Геологическая характеристика хуренгольской свиты

Территория исследования принадлежит к Центрально-Азиатскому складчатому поясу [Şengör et al., 1993; Jahn et al., 2000], который располагается между тремя платформами: Сибирской на севере, Китайско-Корейской на юге и Таримской на юго-западе. Изученные разрезы находятся в северной части площади распространения каменноугольных отложений, между сомонами Муст и Манхан [SINE, 1998], поблизости от горы Хухд-Ундуру (3008 м; см. рис. 1 на вклейке). Новые исследования в этом районе проводились в рамках проекта «Монгольский Алтай 50» («Mongol Altai 50»; см. [Žáček et al., 2016]).

Изученные отложения принадлежат хуренгольской свите [Agiunchimeg et al., 2012] и представляют собой смятый в складки осадочный комплекс на границе двух тектонических зон: Озерной на востоке и Ховдской на западе [Badarch et al., 2002]. Седиментационный бассейн, в котором накопились отложения хуренгольской свиты, сформировался в карбоне после значительного перерыва, который, вероятно, длился с конца силура до середины девона и проявился на значительной территории.

Бассейн был быстро заполнен кластическим материалом с окружавших его возвышенностей. Первым отложился более грубый кластический материал (гравий и песок), затем постепенно откладывался материал все более тонкий (песок и ил). После отложения базальных полимиктовых конгломератов седиментация имела преимущественно флишевый характер. Закономерно чере-

дующиеся тонкие и грубые осадки обычно образуют относительно мощную флишевую последовательность, которая широко распространена в исследованном районе. Преимущественно наблюдается ритмическое чередование аргиллитов, алевролитов и тонкозернистых песчаников с небольшим числом менее зрелых типов песчаников и аркозов. Локально распространены крупные линзовидные тела конгломератов, которые в отличие от базальных конгломератов уже не содержат обломков известняков. Кроме того, во время вулканической активности на дне бассейна формировались небольшие тела базальтовых пиллоу-лав с гиалокластитами и сопровождающих их основных туфов.

Флишевые породы преимущественно темно-серые до черных из-за примеси дисперсного углистого вещества. Растительный материал представлен остатками стволов, часто декортицированных, и обильным дегритом. Характер сохранности показывает, что растительный материал был перенесен на значительное расстояние.

Известняки присутствуют спорадически в виде небольших прослоев и линз мощностью от 2 до 100 см. Эти породы обычно гомогенные, микритовые до тонкозернистых, с преобладанием микритов, иногда перекристаллизованных в микроспарит и содержащих раковины фузулиnid.

Мелководные отложения представлены паралическими образованиями, которые характеризуются углами и углистыми аргиллитами до алевролитов.

Угленосные отложения в основном протягиваются с северо-запада на юго-восток. Уголь присутствует спорадически и имеет характер тонких прослоев, общая мощность которых обычно не превышает 1 м. Толщина отдельных пластов угля варьирует от 10 до 25 см. В большинстве своем угольные пластины не имеют резких границ и по-

степенно переходят в темные аргиллиты и алевролиты, богатые органическим веществом (сходный переход наблюдается и по латерали).

В целом, похоже, что морские и паралические терригенные отложения преобладают, тогда как вулканические породы и известняки распространены спорадически.

### Описание макроостатков растений

Определенные макроостатки растений были обнаружены в терригенных породах. Они представлены отпечатками и слепками осей преимущественно плауновидных. Наиболее хорошо сохранившиеся остатки описываются ниже. Кроме них были найдены декортицированные фрагменты стволов плауновидных (табл. I, фиг. 2), которые невозможно определить даже до рода.

**Обр. №№ GC233/1, 3 и 4<sup>1</sup>, *Pseudolepidodendron igrischense* (A. Ananiev) V. Ananiev (табл. I, фиг. 4–6)**

Отпечатки дихотомически ветвящихся облиственных осей шириной 5–8 мм. Длина наиболее длинного фрагмента достигает 7 см. Подушки округло-ромбические, плотно расположенные в лепидодендроидном филлотаксисе с отчетливыми ортостихами. Ширина подушек ~1 мм, длина ~1,3 мм. У верхнего края листовых подушек наблюдается аркообразная пазушная линия, во многих случаях со слепком лигульной ямки. Длина листовых пластинок ~4 мм. На частично декортицированных частях осей внутри подушек ниже места отхождения листовой пластинки различаются овальные подлистовые пузыри.

Вид *Lepidodendropsis concinna*, отмечавшийся Г.П. Радченко в нижнем карбоне Монгольского Алтая, вероятно, является младшим синонимом *Pseudolepidodendron igrischense* (см. [Meyen, 1976]).

**Обр. № GS287/3, *Tomiodendron asiaticum* (Zalesky) S. Meyen (табл. I, фиг. 1)**

Фрагмент отпечатка коры шириной 4,5 см и длиной 7 см. Листовые подушки почти овально-го очертания, хорошо очерченные, широко расположенные, расположены в лепидодендроидном филлотаксисе, без отчетливых ортостих. Их ширина ~3 мм, длина ~6 мм. В верхней части подушки наблюдается аркообразная пазушная ли-

ния от неопадавшей листовой пластинки. На одной из подушек пазушная линия осложнена небольшим слепком лигульной ямки. Листовой пузырь не наблюдается.

**Обр. № GB227/5, *Angarophloios alternans* (Schmalhausen) S. Meyen (табл. I, фиг. 3)**

Фрагмент слегка декортицированного отпечатка коры шириной 3 см и длиной 4,5 см. На сколе образца видны уходящие в породу плохо сохранившиеся листовые пластинки. Листовые подушки субромбические, широко расположенные, расположены в лепидодендроидном филлотаксисе, без отчетливых ортостих. Их ширина ~6 мм, длина ~10 мм. Слепок лигульной ямки не виден. Можно выделить два типа подушек.

В верхней части подушек первого типа видна аркообразная линия, от которой вниз отходит другая прямая линия, не достигающая края подушки. Вероятно, эти образования представляют собой пазушную линию листовой пластинки и отходящий от нее киль. Для таких подушек характерны заостренные верхний и нижний углы.

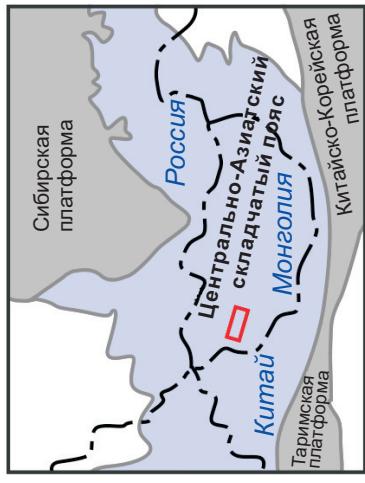
У подушек второго типа, с округлыми верхним и нижним углами, киль и пазушная линия не видны, но в нижней части подушки различимо овальное образование, которое, вероятно, следует интерпретировать как подлистовой пузырь. Очевидно, этот тип подушек представляет собой более глубокую стадию декортикации, чем первый.

**Обр. № GB227/3, cf. *Angarophloios obscurus* Durante (табл. I, фиг. 7)**

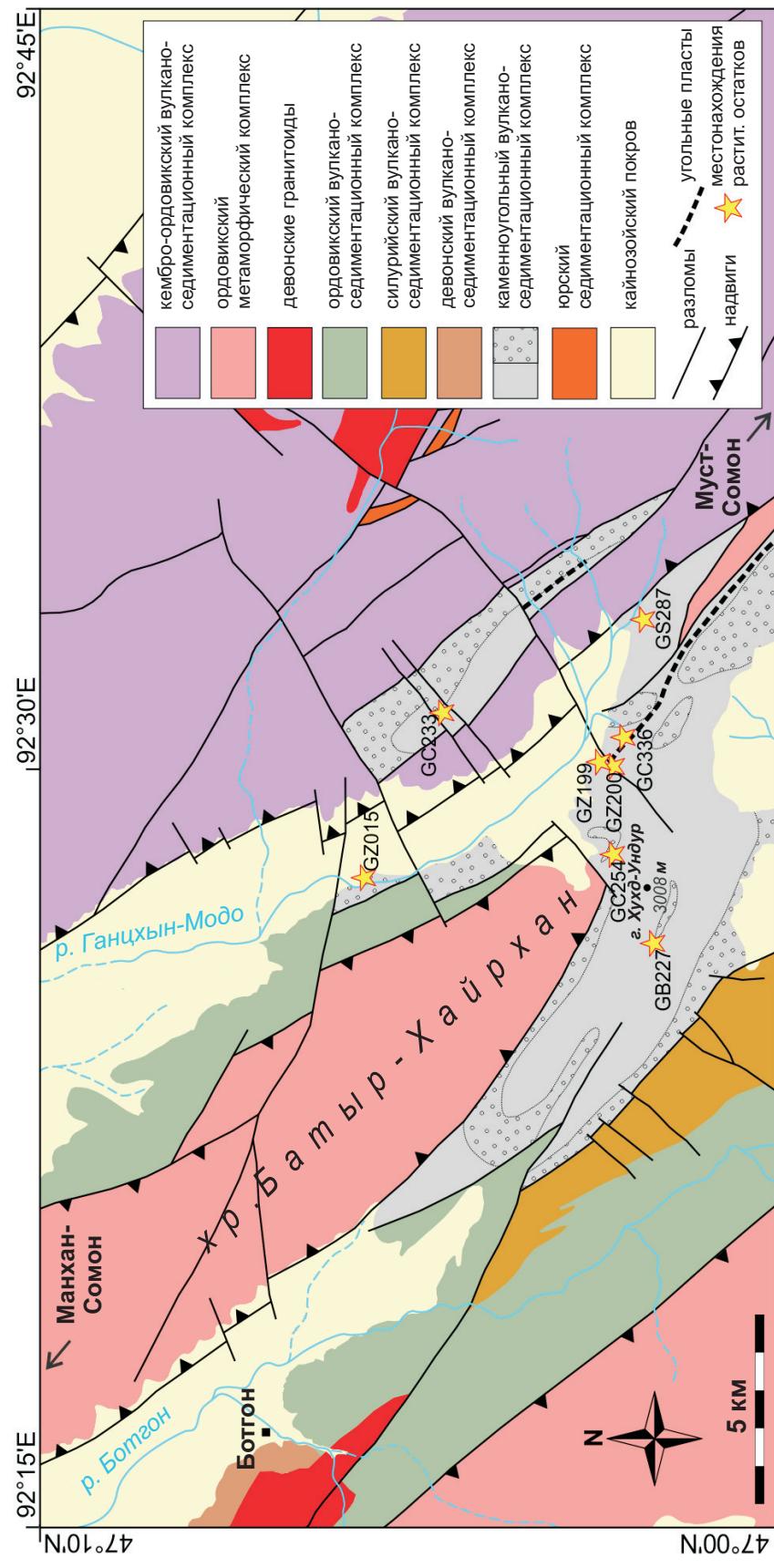
Слепок слегка декортицированной оси шириной 5 см, длиной 4 см. Сохранность не дает возможность различить детали строения листовых подушек, но позволяет судить об их форме и листорасположении. Подушки округло-шестиугольные, плотно расположенные в лепидодендроидном филлотаксисе с отчетливыми ортостихами. Ширина подушек ~3 мм, длина ~5 мм.

По очертаниям подушек и характеру листорасположения этот остаток похож на *Angaro-*

<sup>1</sup> Здесь и далее первая часть номера образца соответствует номеру местонахождения на рис. 1.



**Рис. 1.** Геологическая карта района исследования (из [Žáček et al., 2016] с изменениями) с расположением разрезов, в которых были собраны растительные остатки



*phloios obscurus* Durante [Дуранте, 1976], однако из-за плохой сохранности мы не можем уверенно отнести его к этому виду.

**Обр. №№ GB227/1 и GC254B, *Abakanopteris ogurensis* (Schmalhausen) Mosseichik, V. Ananiev et Lvov (табл. II, фиг. 1, 2)**

К *Abakanopteris ogurensis* относятся эндемичные ангарские растения, по внешней морфологии напоминающие папоротники. Оси этих растений представляют собой ложный ствол, который состоит из тонкого стебля и окружающего его плотного чехла сросшихся между собой оснований вай. При этом проводящая система этих растений имеет строение, характерное для голосеменных [Мосейчик и др., 2013]. Их вайи были довольно крупными и несли сфероптероидные перышки. Систематическое положение этих растений неясно, поскольку их органы размножения неизвестны. Они могут принадлежать как прогимnosпермам, так и ранним голосеменным.

Один из описываемых экземпляров (табл. II, фиг. 2) представлен слепком крупного ствола шириной 11 см и длиной 25 см. Его поверхность покрыта рубцами от опавших вай, расположенные-

ми по плотной спирали. При этом поверхность рубцов расположена под углом по отношению к поверхности ложного ствола. Форма рубцов округло-многоугольная, их диаметр ~13 мм.

Второй экземпляр (табл. II, фиг. 1) представляет собой слепок, вероятно, молодой оси шириной ~9 мм и длиной 4 см. Рубцы от опавших вай расположены более редко, чем на первом экземпляре, формируя подобие мутовок. Самые рубцы представлены бугорками, справа и слева от которых вниз по оси идут вертикальные борозды, отмечающие границы сросшихся между собой оснований вай, которые достигали в ширину ~3 мм. Не все вайи обломаны у поверхности ложного ствола, поэтому справа и слева от оси видны остатки свободных частей вай.

**Обр. № GC336, *Cordaites* sp. (табл. II, фиг. 3)**

Фрагмент листа длиной ~5 см. В нижней части его ширина ~7 мм, в верхней ~15 мм. Боковые края остатка ровные, вероятно, естественные, верхушка и основание оборваны. На 1 см ширины листа приходится 20–24 жилки. Видовую принадлежность остатка из-за плохой сохранности определить трудно.

## Описание дисперсных кутикул

Описываемые ниже дисперсные кутикулы были получены путем объемной макерации трех образцов угля (№№ GZ015, GZ199, GZ200). При этом были изготовлены несколько десятков препаратов (№№ 620/1–19, 634/1–36, 637/1–13).

Образцы макерировались З. Шимунеком (Zbyněk Šimůnek) по методике, подробно описанной в [Šimůnek, Florjan, 2013]. Небольшой фрагмент угля помещался в смесь Шульце (35 мл 65%-ной азотной кислоты и 1 или 2 г бертолетовой соли) на 56–60 часов. Затем образец промывался в воде и помещался в 10%-ный раствор гидроксида калия, чтобы очистить кутикулы от продуктов окисления. Затем кутикулы снова промывались в воде и задельвались в постоянные препараты на основе глицерин-желатины или монтировались на столики сканирующего электронного микроскопа (столики №№ 92, 99, 101).

Дисперсные кутикулы из карбона Монголии до сих пор не изучались, поэтому описываемые ниже экземпляры нельзя отнести ни к одному из известных родов или видов. Ниже дается описание основных типов изученных кутикул. Они могут быть разделены на две группы: кутикулы с устьицами и кутикулы без устьиц.

### Кутикулы без устьиц

Такие кутикулы, как правило, трудно отнести к каким-либо высшим систематическим категориям. Они обычно являются кутикулами верхней (адаксиальной) стороны листьев или кутикулами семян, осей растений и т.п. Есть два основных типа.

К первому относятся кутикулы с продолговатыми, параллельно ориентированными клетками (табл. III, фиг. 1; табл. IV, фиг. 1). Они обычно происходят с осей растений или средних жилок листьев.

Для другого типа характерны полигональные, беспорядочно ориентированные клетки (табл. III, фиг. 4; табл. IV, фиг. 2, 5; табл. V, фиг. 3). Иногда среди этих клеток присутствуют основания трихом (табл. III, фиг. 5). Такие кутикулы и кутикулы с полигональными клетками (табл. III, фиг. 4) могут принадлежать голосеменным.

Кутикулы на табл. IV, фиг. 2–5 имеют очень маленькие клетки, при этом у них присутствуют утолщения или папиллы на периклинальных стенках. Такие кутикулы могут происходить от интегумента некрупных семян.

Кутикулы, изображенные на табл. III, фиг. 14 и табл. V, фиг. 3, 4, обладают относительно широкими клетками с сильно кутинизированными антиклинальными и слабо кутинизированными периклинальными стенками, и неизвестно, к какому типу они могут принадлежать.

На кутикулах без устьиц мы можем различить еще такие дополнительные признаки, как трихомы и их основания. Они обычны для некоторых птеридоспермов. Железистые трихомы относительно редки (табл. IV, фиг. 7, 8). Трихомы и их основания обычно присутствуют на костальных полях, то есть в местах прохождения жилок перышек (табл. IV, фиг. 10). Основания трихом обычно округлые, поэтому от обломавшихся трихом остаются округлые ободки. Трихомы отходят от одной эпидермальной клетки. Иногда трудно отличить основание такой трихомы от устьиц некоторых лепидофитов, особенно когда замыкающие клетки не сохранились (табл. IV, фиг. 13, 14).

### **Кутикулы с устьицами**

Устьица – важный диагностический признак, и они часто позволяют относить кутикулы к высоким таксономическим категориям, а иногда даже к семействам, родам и видам. К сожалению, кутикулы, снятые непосредственно с остатков растений из исследуемого региона неизвестны, поэтому сравнивать дисперсные кутикулы не с чем.

Устьица обычно присутствуют на нижней (абаксиальной) стороне листа в количестве 100–1000 штук на 1 мм<sup>2</sup>. В небольшом числе они могут присутствовать и на верхней (адаксиальной) стороне листа (амфистоматные листья), на эпидермисе оси или даже на стерильных чешуях и брактеях фруктификаций.

Если это не основания трихом, то устьица с табл. IV, фиг. 13, 14 принадлежат к самому простому типу. Они сравнимы с устьицами некоторых плауновидных (см. [Thomas, 1970]). Обычные эпидермальные клетки четырехугольные, ориентированные параллельно жилкам. Устьичная щель находится между такими клетками. Эллиптические замыкающие клетки погружены и видны на некоторых препаратах (например, № 634/12). Однако обычно они не сохраняются, и только щель напоминает о них. Плотность устьиц на таких кутикулах – 75–84 устьиц на 1 мм<sup>2</sup> (на препарате № 634/12 – 9 устьиц на 1 мм<sup>2</sup>).

Кроме того, во всех образцах установлены кутикулы с несколькими типами устьиц, которые

могли бы принадлежать голосеменным. Ниже дается описание семи морфотипов таких кутикул, полученных из отдельных образцов.

### **Обр. № GZ015, кутикулярный морфотип 1 (табл. III, фиг. 6–10)**

Для этого типа характерны более или менее удлиненные четырехугольные клетки. Устьица ориентированы параллельно жилкам; их длина 45–55 мкм, ширина 25–30 мкм. Замыкающие клетки погруженные и потому невидны. Устьица частично прикрыты проксимальными папиллами соседних клеток (табл. III, фиг. 8). Иногда существует только одна папилла (табл. III, фиг. 10). Плотность расположения устьиц небольшая – 7 устьиц на 1 мм<sup>2</sup>. Возможно, это верхняя (адаксиальная) кутикула.

### **Обр. № GZ015, кутикулярный морфотип 2 (табл. III, фиг. 13)**

Это относительно простой тип с сильно кутинизированными периклинальными стенками замыкающих клеток. Устьица имеют длину 45–55 мкм и ширину 20–25 мкм. Кутикула на препарате № 620/7 не очень хорошо сохранилась, она демонстрирует обычные клетки от полигональной до удлиненно-четырехугольной формы, ориентированные параллельно жилкам. Устьица также ориентированы вдоль жилок. Их плотность 70 устьиц на 1 мм<sup>2</sup>. Верхняя и нижняя кутикулы одинаково кутинизированы и демонстрируют одни и те же типы клеток. Отличаются они только наличием устьиц, которые в типичном случае присутствуют на нижней кутикуле.

### **Обр. № GZ015, кутикулярный морфотип 3 (табл. III, фиг. 11, 12)**

Этот тип принадлежит к продвинутой группе кутикул, обладающих папиллами. Это кутикулы с полигональными, беспорядочно ориентированными клетками. При этом замыкающие клетки устьиц ориентированы параллельно друг другу (судя по устьичной щели). Сами замыкающие клетки не видны, поскольку погружены. Устьица достигают 35–40 мкм в длину и 25–30 мкм в ширину. Они прикрыты 4–6 сильно кутинизированными проксимальными папиллами, принадлежащими клеткам, окружающим устьица. Нельзя точно вычислить плотность устьиц, поскольку они расположены нерегулярно. Возможно, это адаксиальная кутикула. Описываемый тип относительно редок.

Система	Отдел	Ярус	Флористические комплексы Северо-Западной Монголии [Дуранте, 1976]	Макрофлористические зоны Саяно-Алтайской палеофлористической провинции [Мосейчик, 2016]	
Пермская	Нижний	Ассельский	?	Не выделены	<i>Pseudolepidodendron igrischiense</i> <i>Abakanopteris ogurensis</i> <i>Tomiodendron asiaticum</i> <i>Angarophloios alternans</i> <i>Angarophloios obscurus</i>
Каменно-угольная	Верхний	Гжельский	Птеридоспермово-кордаитовый	<i>Evenkiella</i>	
		Касимовский		<i>Paragondwanidium</i>	
	Средний	Московский		<i>Belonopteris</i>	
		Башкирский	Птеридоспермовый (анграптеридиумовый)		
	Нижний	Серпуховский	?	<i>Angaropteridium</i>	
		Визейский	Лепидофитовый	<i>Ursodendron</i>	
		Турнейский	?	«Cyclostigma»	
Девонская	Верхний	Фаменский (часть)			Птеридоспермы Кордаитантовые

**Рис. 2.** Распространение растений, найденных в хуренгольской свите Монгольского Алтая, в стратиграфической последовательности Южной Ангариды

#### Обр. № GZ200, кутикулярный морфотип 4 (табл. V, фиг. 1, 2)

Этот тип обладает устьичным аппаратом, типичным для птеридоспермов. Он известен у птеридоспермов башкирского, московского и касимовского возраста. Пары замыкающих клеток обычно от эллиптической до овальной формы. Полярные окончания замыкающих клеток слабо кутинизированы, так что замыкающая клетка напоминает равнобедренную трапецию. На замыкающих клетках присутствуют радиально ориентированные ламеллы (табл. V, фиг. 1) и мелкие зубчики, которые ориентированы в сторону устьичной щели (табл. V, фиг. 2). Устьичный аппарат достигает 58–70 мкм в длину и 20–28 мкм в ширину.

Этот тип был обнаружен на многих препаратах и, вероятно, принадлежит нижней кутикуле, где удлиненные клетки ориентированы параллельно жилкам. Плотность устьиц варьирует от 57 до 128 устьиц на 1 мм<sup>2</sup>. Тот же тип обнаружен также в образце № GZ199 (препарат № 637/6). Идентичные устьица были найдены в препарате № 634/35, однако их длина только 35–40 мкм и плотность 170–192 устьиц на 1 мм<sup>2</sup>.

#### Обр. № GZ199, кутикулярный морфотип 5 (табл. V, фиг. 5–8, 12–15)

Этот морфотип похож на предыдущий, но клетки длиннее и полярные окончания замыкающих клеток заметно удлинены. Ламеллы на замыкающих клетках отсутствуют. Отмечается усиленная кутинизация вдоль устьичной щели. Складки кутикулы видны лучше, чем антиклинальные стенки. По всей видимости, эпидермис был сложен удлиненными, параллельно ориентированными клетками. Устьица довольно крупные – 60–80 мкм длиной и 25–35 мкм шириной. На 1 мм<sup>2</sup> приходится 80–85 устьиц.

#### Обр. № GZ199, кутикулярный морфотип 6 (табл. V, фиг. 9)

Пары замыкающих клеток почти круглой формы, при этом отдельные замыкающие клетки почковидные и сильно кутинизированные. Периклинальные стенки также сильно кутинизированы, так что антиклинальные стенки обычных эпидермальных клеток плохо различимы, но они, вероятно, также удлиненные, ориентированные параллельно жилкам. Устьица 35–40 мкм в длину

и 30–35 мкм в ширину. Их плотность 36 устьиц на 1 мм<sup>2</sup>. Поскольку кутикула сильно кутинизирована, возможно, она принадлежит верхней (адаксиальной) стороне листа.

#### Обр. № GZ199, кутикулярный морфотип 7 (табл. IV, фиг. 11)

У этого типа мелкие широкие устьица, слабо кутинизированные. Это, несомненно,

нижняя (адаксиальная) кутикула. Устьица имеют широкоэллиптические очертания, а замыкающие клетки почковидной формы. Устьица ориентированы более или менее параллельно, их длина 25–30 мкм, ширина 16–20 мкм. Антиклинальные стенки клеток очень тонкие. Обычные эпидермальные клетки полигональные. Плотность устьиц – 207 устьиц на 1 мм<sup>2</sup>.

### Заключение

По систематическому составу флора хуренгольской свиты очень близка к одновозрастным флорам Саяно-Алтайской горной области Южной Сибири, которые выделяются в *Саяно-Алтайскую палеофлористическую провинцию* [Мосейчик, 2016]. Поэтому флору Монгольского Алтая мы можем также отнести к этой фитохории.

В карбоне Саяно-Алтайской провинции выделяется последовательность из 6 макрофлористических зон. На рис. 2 показано, как виды, определенные нами в хуренгольской свите, распространены в этих зонах. Единственный вид, который до сих пор не находили в Саяно-Алтайской провинции, – это *Angarophloios obscurus*, первоначально описанный из Южной Монголии. Интервал его вертикального распространения также показан на этом рисунке.

Исходя из стратиграфического распространения таксонов, найденных нами в хуренгольской свите, можно заключить, что:

1) местонахождение *GC233* с остатками *Pseudolepidodendron igrischense* может принадлежать верхам зоны «*Cyclostigma*» или низам зоны *Ursodendron* (турнейский ярус);

2) местонахождения *GB227*, *GC254* и *GS287* с *Tomiodendron asiaticum*, *Angarophloios alternans*, cf. *Angarophloios obscurus* и *Abakanopteris ogurensis* могут относиться к верхней части зоны *Ursodendron* или к зоне *Angaropteridium* (визейский – серпуховский ярусы);

3) местонахождения *GC336*, *GZ015*, *GZ199* и *GZ200* с *Cordaites* sp. и дисперсными кутикулами преимущественно голосеменного типа, возможно, уже принадлежат зоне *Belonopteris* (башкирский ярус).

### Благодарности

Авторы выражают благодарность Л.Г. Пороховниченко (Томский государственный университет, Томск) и И.А. Игнатьеву (Геологический институт РАН, Москва) за обсуждение вопросов, изложенных в статье.

Исследование поддержано проектом Чешского Агентства Развития (Czech Development Agency) «Геологическое картирование 1:50 000 и оценка экономического потенциала отдельных районов Западной Монголии» («Geological mapping 1:50 000 and assessment of economic potential of selected region in Western Mongolia», CzDA-RO-MN-2013-1-32220).

Работа выполнена в рамках темы госзадания № 0135-2016-0001 Геологического института РАН.

### Литература

Биостратиграфия, фауна и флора карбона хребта Дэнг-Нуру в Южной Монголии. – М.: Наука, 1983. – 114 с. (Тр. Совм. сов.-монг. палеонт. эксп. Вып. 21).

Геология Монгольской Народной Республики. Т. 1. Стратиграфия. – М.: Недра, 1973. – 584 с.

Дурант M.B. Палеоботаническое обоснование стратиграфии карбона и перми Монголии. – М.: Наука, 1976. – 279 с. (Тр. Совм. сов.-монг. геол. эксп. Вып. 19).

Мейен С.В. Кордайтовые верхнего палеозоя Северной Евразии (морфология, эпидермальное строение, систематика и стратиграфическое значение). – М.: Наука, 1966. – 184 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 150).

Мосейчик Ю.В. Этапы развития флоры и система макрофлористических зон карбона Ангариды // *Lethaea rossica*. – 2016. – Т. 12. – С. 1–28.

Мосейчик Ю.В., Ананьев В.А., Львов Ю.А. Об анатомическом строении и систематическом положении *«Filicites» ogurensis* Schmalhausen из нижнего карбона

Минусинского бассейна // Палеоботанический временник. – 2013. – Вып. 1. – С. 46–52.

*Нейбург М.Ф.* Геологические исследования в районе хр. Батыр-Хаирхан (Северо-Западная Монголия) в 1926 г. // Материалы Комиссии по исследованию Монгольской и Тану-Тувинской народных республик и Бурят-Монгольской АССР. Вып. 7. – Л.: Изд-во АН СССР, 1929. – 29 с.

*Ariunchimeg Ya., Badamgarav D., Byamba J., Dorjnamjaa D., Makhbadar Ts., Minjin Ch., Narantsetseg Ts., Orolmaa D., Sersmaa G.* Geology and Mineral Resources of Mongolia. Vol. I. Stratigraphy. – Ulaanbaatar: Soëmbo, 2012. – 562 p. (на монгольском языке).

*Badarch G., Cunningham C.W., Windley B.F.* A new terrane subdivision for Mongolia: implications for the Phanerozoic crustal growth of Central Asia // J. Asian Earth Sci. – 2002. – Vol. 21. – P. 87–110.

*Jahn B.M., Wu F.Y., Chen B.* Granitoids of the Central Asian Orogenic Belt and continental growth in the Phanerozoic // Trans. Roy. Soc. Edinb. Earth Sci. – 2000. – Vol. 91. – P. 181–193.

*Meyen S.V.* Carboniferous and Permian lepidophytes of Angaraland // Palaeontographica. Abt. B. – 1976. – Bd 157. – S. 112–157.

*Sengör A., Natal'in B., Burtman V.* Evolution of the Altai tectonic collage and Paleozoic crustal

growth in Eurasia // Nature. – 1993. – Vol. 364. – P. 299–307.

*Šimůnek Z., Florjan S.* An artificial system of dispersed cordaitalean cuticles from the Upper Silesian Basin (Pennsylvanian, Poland) and its application to dispersed cordaitalean cuticles from the Intrasudetic Basin (Pennsylvanian, Czech Republic) // Палеоботанический временник. – 2013. – Вып. 1. – С. 53–65.

SINE. Geological map of Mongolia. Scale 1:1 000 000. – Ulaanbaatar: Mineral Resources Authority of Mongolia et Mongolian Academy of Sciences., 1998.

*Thomas B.A.* Epidermal studies in the interpretation of *Lepidodendron* species // Palaeontology. – 1970. – Vol. 13. – Pt. 1. – P. 145–173.

*Žáček V., Břízová E., Bohdálek P., Buriánek D., Čáp P., Enkhjargal M., Franců J., Gelegjamts A., Guy A., Hanzl P., Havlíček P., Henrion E., Hošek J., Jelének J., Kněsl I., Karenová J., Kociánová L., Kotková J., Krejčí Z., Mixa P., Mrlna J., Pecina V., Pécskay Z., Prudhomme A., Soejono I., Svojka M., Šimůnek Z., Škoda R., Verner K., Vondrovic L., Vorel T., Vrána S., Čopjaková R.* Geological mapping 1:50 000 and assessment of economic potential of selected region in Western Mongolia (Mongol Altai 50, Ma-50). Final report. – Prague: Czech Geological Survey, Mineral Resources Authority of Mongolia, 2016. – P. 1–518.

## Объяснения к фототаблицам

### Таблица I

**Фиг. 1.** *Tomiodendron asiaticum* (Zalesky) S. Meyen, обр. № GS287/3: 1 – общий вид, длина линейки 1 см; длина линейки 5 мм.

**Фиг. 2.** Декортицированный лепидофит, обр. № GS287/2; длина линейки 1 см.

**Фиг. 3.** *Angarophloios alternans* (Schmalhausen) S. Meyen, обр. № GB227/5; длина линейки 1 см.

**Фиг. 4–6.** *Pseudolepidodendron igrischense* (A. Ananiev) V. Ananiev; длина линейки 1 см: 4 – обр. № GC233/4; 5 – обр. № GC233/3; 6 – обр. № GC233/1.

**Фиг. 7.** Cf. *Angarophloios obscurus* Durante, обр. № GB227/3; длина линейки 1 см.

### Таблица II

**Фиг. 1, 2.** *Abakanopteris ogurensis* (Schmalhausen) Mosseichik, V. Ananiev et Lvov: 1 – обр. № GC254B; длина линейки 1 см; 2 – обр. № GB227/1; длина линейки 2 см.

**Фиг. 3.** *Cordaites* sp., обр. № GC336, длина линейки 1 см.

### Таблица III

Дисперсные кутикулы из обр. № GZ015  
(кроме фиг. 14 – обр. № GZ200)

**Фиг. 1.** Кутикула с параллельно ориентированными удлиненными клетками, преп. № 620/3; длина линейки 50 мкм.

**Фиг. 2, 3.** Кутикула с субчетырехугольными, параллельно ориентированными клетками с выступающими антиклинальными стенками под СЭМ (столик № 92); длина линейки 50 мкм. На фиг. 3, возможно, пучок узких клеток над жилкой.

**Фиг. 4.** Кутикула с полигональными, беспорядочно ориентированными клетками, преп. 620/3; длина линейки 100 мкм.

**Фиг. 5.** Кутикула с беспорядочно ориентированными клетками и основаниями трихом, преп. № 620/4; длина линейки 50 мкм.

**Фиг. 6, 7.** Кутикулы с параллельно ориентированными удлиненными клетками и устьицами (*морфотип 1*), преп. № 620/3: 6 – длина линейки 100 мкм; 7 – длина линейки 200 мкм.

**Фиг. 8.** Деталь фиг. 7 – устьице с проксимальными папиллами, отходящими от соседних клеток; длина линейки 25 мкм.

**Фиг. 9.** Кутикула с параллельно ориентированными клетками с извилистыми антиклинальными стенками и двумя устьицами (*морфотип 1*), преп. № 620/1; длина линейки 100 мкм.

**Фиг. 10.** Деталь фиг. 9 – отдельное устьице; длина линейки 25 мкм.

**Фиг. 11.** Кутикула с беспорядочно ориентированными полигональными клетками с двумя устьицами (*морфотип 3*), преп. № 620/6; длина линейки 100 мкм.

**Фиг. 12.** Устьица с фиг. 11 с выдающимися проксимальными папиллами; длина линейки 25 мкм.

**Фиг. 13.** Кутикула с двумя устьицами (*морфотип* 2), преп. № 620/7; длина линейки 50 мкм.

**Фиг. 14.** Кутикула с крупными толстостенными клетками, преп. № 634/4; длина линейки 100 мкм.

#### Таблица IV

Дисперсные кутикулы из образца № GZ200

**Фиг. 1.** Кутикула с субчетырехугольными параллельно ориентированными клетками и основаниями трихом или устьицами, преп. № 634/33; длина линейки 200 мкм.

**Фиг. 2.** Кутикула с мелкими полигональными клетками с папиллами, возможно, от семени, преп. № 634/36; длина линейки 200 мкм.

**Фиг. 3.** Кутикула с туберкулами – папиллами под СЭМ, возможно, принадлежавшая семени; длина линейки 100 мкм.

**Фиг. 4.** Деталь фиг. 3; длина линейки 20 мкм.

**Фиг. 5.** Клетки с папиллами, преп. № 634/36; длина линейки 50 мкм.

**Фиг. 6.** Кутикула с полигональными клетками и выдающимися антиклинальными стенками под СЭМ (столик № 99); длина линейки 50 мкм.

**Фиг. 7.** Деталь фиг. 8 – отдельная железистая трихома; длина линейки 50 мкм.

**Фиг. 8.** Кутикула с железистыми трихомами, преп. № 634/11; длина линейки 100 мкм.

**Фиг. 9.** Деталь фиг. 12 – основание трихомы; длина линейки 20 мкм.

**Фиг. 10.** Кутикулы с субчетырехугольными параллельно ориентированными клетками и основаниями трихом, преп. № 634/10; длина линейки 100 мкм.

**Фиг. 11.** Устьице (*морфотип* 7), преп. № 634/18; длина линейки 50 мкм.

**Фиг. 12.** Кутикула с основаниями трихом под СЭМ (столик № 99), возможно, с оси растения или средней жилки; длина линейки 100 мкм.

**Фиг. 13, 14.** Устьице или основания трихом; длина линейки 50 мкм: 13 – преп. № 634/5; 14 – преп. № 634/19.

**Фиг. 15.** Кутикула с основаниями трихом, преп. № 634/5; длина линейки 100 мкм.

#### Таблица V

Дисперсные кутикулы из обр. № GZ200 (фиг. 1, 2), № GZ199 (фиг. 3–15)

**Фиг. 1, 2.** Кутикула с устьицами птеридоспермового типа (*морфотип* 4) с замыкающими клетками, укрепленными радиальными ламеллами, их полярные окончания слегка кутинизированы, между замыкающими клетками присутствуют выступы и мелкие зубчики (фиг. 2); преп. № 634/7; длина линейки 50 мкм.

**Фиг. 3.** Дисперсная кутикула с крупными субтетра- или полигональными клетками и укрепленными антиклинальными стенками, преп. № 637/1; длина линейки 200 мкм.

**Фиг. 4.** Деталь фиг. 3; длина линейки 100 мкм.

**Фиг. 5.** Предположительно часть нижней (абаксиальной) кутикулы птеридосперма с устьицами (*морфотип* 5), преп. № 637/6; длина линейки 100 мкм.

**Фиг. 6.** Устьице на нижней (абаксиальной) кутикуле, предположительно, птеридосперма (*морфотип* 5), преп. № 637/5; длина линейки 100 мкм.

**Фиг. 7.** Отдельное устьице с фиг. 6; длина линейки 50 мкм.

**Фиг. 8.** Устьице, возможно, птеридосперма (*морфотип* 5), преп. № 637/4; длина линейки 100 мкм.

**Фиг. 9.** Устьице (*морфотип* 6), преп. № 637/6; длина линейки 50 мкм.

**Фиг. 10.** Кутикула оси или листа над средней жилкой с продольно ориентированными клетками и основаниями трихом под СЭМ, столик № 101; длина линейки 100 мкм.

**Фиг. 11.** Кутикула оси или листа над средней жилкой с основаниями трихом под СЭМ, столик № 101; длина линейки 50 мкм.

**Фиг. 12.** Кутикула с двумя устьицами под СЭМ, столик № 101; длина линейки 50 мкм.

**Фиг. 13.** Отдельное устьице с фиг. 12; длина линейки 20 мкм.

**Фиг. 14, 15.** Устьице с погруженными клетками под СЭМ, столик № 101; длина линейки 20 мкм.

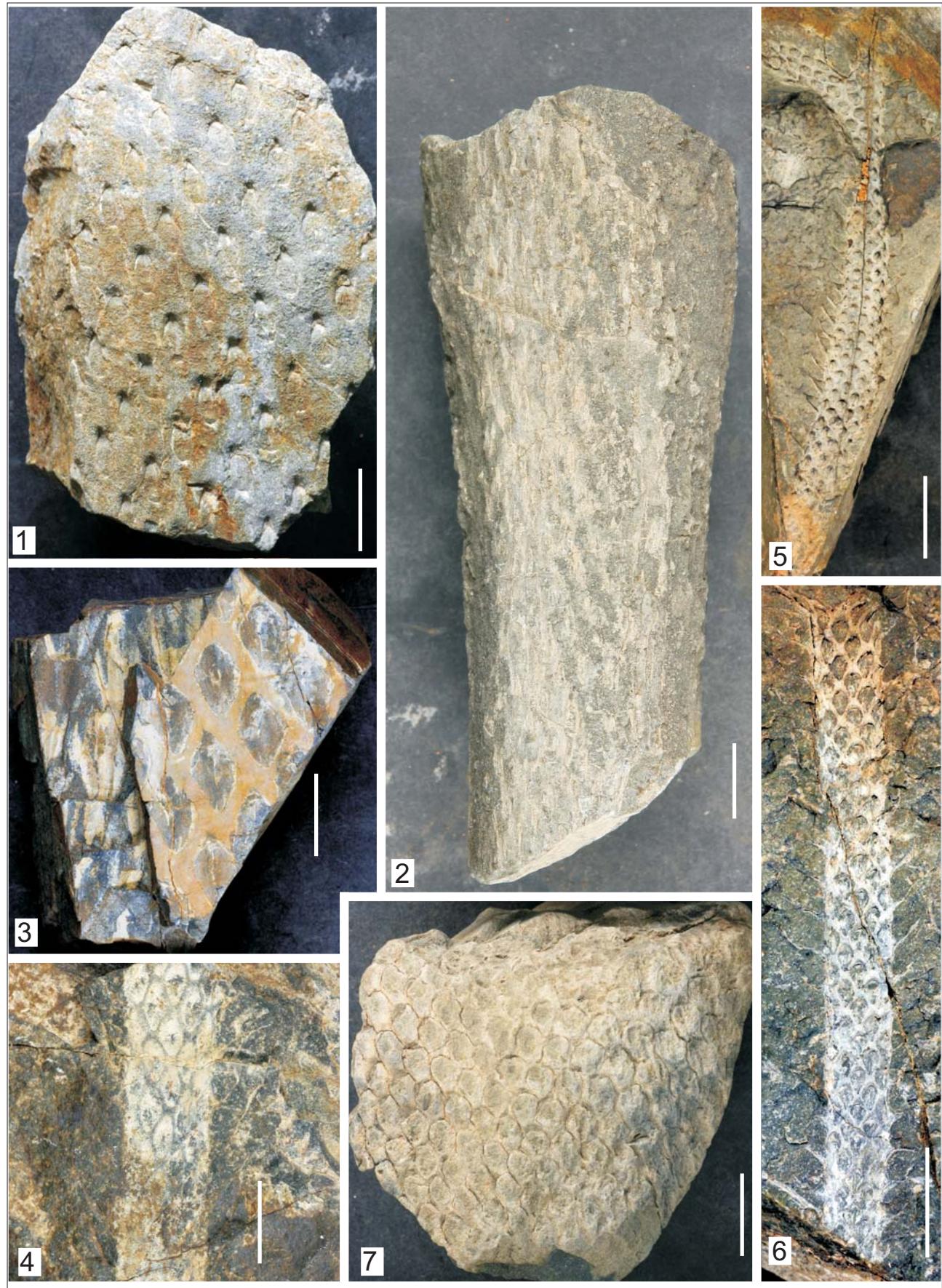
## New data on the Carboniferous flora of Mongol Altai (Northwest Mongolia)

Z. Šimůnek<sup>1</sup>, P. Čáp<sup>2</sup>, Yu.V. Mosseichik<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup> Czech geological Survey, Klárov 131/3, 11821 Praha 1, Czech Republic

<sup>3</sup> Geological Institute of RAS, Pyzhevsky per. 7, 119017 Moscow, Russia

Remains of Carboniferous plants from the Khurengol Formation in Mankhan area (western Mongolian Altai) and their exact stratigraphic range are described for the first time. Three megafloral assemblages are established within this formation: 1) the Tournaisian assemblage with *Pseudolepidodendron igrischense* (A. Ananiev) V. Ananiev; 2) the Viséan – Serpukhovian assemblage with *Tomiodendron asiaticum* (Zalesky) S. Meyen, *Angarophloios alternans* (Schmalhausen) S. Meyen, cf. *Angarophloios obscurus* Durante, and *Abakanopteris ogurensis* (Schmalhausen) Mosseichik, V. Ananiev et Lvov; 3) the assemblage with *Cordaites* sp. and dispersed cuticles mainly of gymnospermous affinity presumably of Bashkirian age. The studied flora may belong to the Sayan-Altai Province of Angaran Palaeophytogeographic Realm.

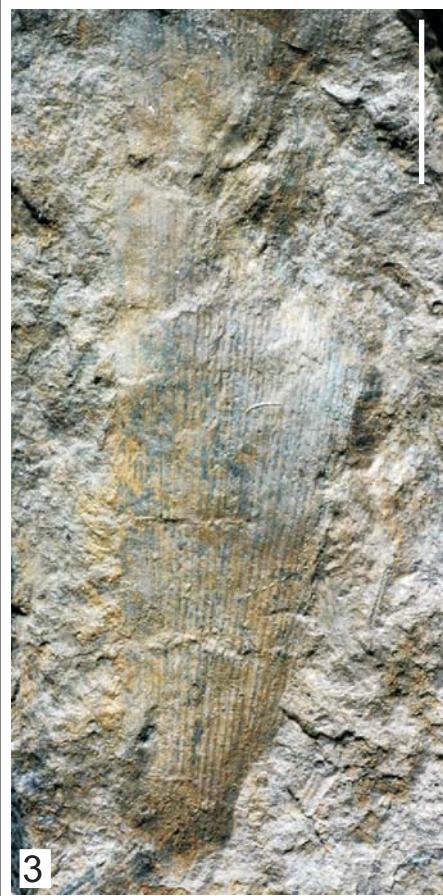




1



2



3

