

МИКРОФОССИЛИИ СТРАТОТИПА РИФЕЯ ЮЖНОГО УРАЛА И ПРОТЕРОЗОЯ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ (ПАЛЕОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)

© 2018 г. А. М. Станевич, В. Н. Пучков, Т. А. Корнилова, Н. Д. Сергеева, Е. Н. Максимова

Реферат. На основании актуалепалеонтологических выводов, сделанных по формам микрофоссилий и их морфологических рядов из докембрийских разрезов Байкальской складчатой области и Анабаро-Оленекского региона, предполагается палеобиологическая принадлежность части форм из разреза стратотипа рифея Южного Урала. Дана краткая литологическая характеристика стратотипического разреза рифея. Возраст серий и свит скорректирован по последним радиохронологическим данным. Показана краткая история исследований микрофоссилий из отложений рифея в Уральском стратотипе. В результате изучения ассоциаций микрофоссилий из черных сланцев зигазино-комаровской и авзянской свит среднего рифея и зильмердакской, инзерской и укской свит верхнего рифея стратотипа Южного Урала среди новых форм микрофоссилий авзянской свиты описан *Octaedryxium* Rud., известный ранее с позднего рифея. Мелкие объемные формы сопоставляются с бентосом хемолитотрофных или серных бактерий. Богатая ассоциация микрофоссилий верхнего рифея включает разнообразные цианобактерии и акритархи. Из акритарх интересны новый вид *Germinosphaera* aff. *Jankauskasia* Butt. и формы, сопоставляемые с десмидиевыми зелеными водорослями. Найдено несколько форм, которые в неопротерозое юга Восточной Сибири входят в ассоциацию микрофоссилий, сравниваемых с коенобиальными зелеными водорослями. В верхнем рифее обнаружены объемные формы *Retiforma* Mikh. и *Bavlinella faveolata* Schep., известные ранее только с венды. Показано, что различие таксономического состава микробиот во многом определяется различием седиментационных обстановок.

Ключевые слова: Южный Урал, протерозой, рифей, микрофоссилии, акритархи, водоросли, бактерии, обстановки осадконакопления

MICROFOSSILS OF THE SOUTHERN URAL RIPHEAN STRATOTYPE AND LATE PRECAMBRIAN OF EASTERN SIBERIA (PALEOBIOLOGIC ASPECTS)

A. M. Stanevich, V. N. Puchkov, T. A. Kornilova, N. D. Sergeeva, E. N. Maksimova

Abstract. Paleobiological attribution of part of microfossils from a section of South Ural is suggested on the basis of the actual paleontologic conclusions drawn in forms and their morphologic series from Precambrian section of the Baikal folded area and the Anabar-Olenek region. The short lithologic characteristic of Riphean type section lasting more than one billion years is provided. The age of series and formations is corrected according to the latest isotope chronological data. The history of studying of microfossils of Riphean stratotype is shown. Microfossil associations had been studied from the Zigazino-Komarov and Avzyan Formations of the Middle Riphean, and Zilmerdak, Inzer and Uk Formations of the Upper Riphean. Among new forms of the Avzyan Formation, *Octaedryxium* Rud. had been described, which was known earlier from the Late Riphean. Small volume-preserving forms are identified as benthos of chemolithotrophic or sulfur bacteria. Rich microfossil association of the Upper Riphean includes various cyanobacteria and acritarchs. Of the latter, a new species *Trachyhystrichosphaera* Tim. et Herm. is interesting, as well as forms, identified as desmidian green algae. Some forms are found which in the Neoproterozoic of the South of Eastern Siberia are included into association of the microfossils compared to coenobitic green algae. Volume-preserving *Retiforma* Mikh. and *Bavlinella faveolata* Schep. were found, which were known earlier only from the Vendian. It is shown that the difference in the taxonomical content of the microbiotas is greatly influenced by a difference in sedimentation environments.

Keywords: South Urals, Late Proterozoic, Riphean, microfossils, acritarcha, algae, bacteria, depositional environment

Для цитирования: Станевич А.М., Пучков В.Н., Корнилова Т.А., Сергеева Н.Д., Максимова Е.Н. Микрофоссилии стратотипа рифея Южного Урала и протерозоя Восточной Сибири (палеобиологические аспекты) // Геологический вестник. 2018. №3. С. 3–41. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2018-3-1>.

For citation: Stanevich A.M., Puchkov V.N., Kornilova T.A., Sergeeva N.D., Maksimova E.N. Microfossils of the Southern Ural riphean stratotype and late precambrian of Eastern Siberia (paleobiologic aspects) // Geologicheskii vestnik. 2018. No.3. P.3–41. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2018-3-1>.

Введение

Представления о ранних этапах развития органического мира на Земле во многом базируются на данных и выводах исследований микрофоссилий докембрия [Микрофоссилии..., 1989; Сергеев и др., 2010]. В мировой микрофитологии важнейшей проблемой является установление биологической принадлежности докембрийских микрофоссилий (М). Преобладающая их часть, рассматриваемая в классификации акритарх, является до сих пор неопределенной в систематическом отношении. Вместе с тем на основании актуалепалеонтологических сравнений многих микрофитологов не остается сомнений в том, что многие из родов сложных и крупных акритарх представляют собой остатки эукариотных организмов, вероятнее всего, грибов и водорослей разных отделов и простейших животных. Указанная проблема касается и микробиот стратотипа рифея Южного Урала (ЮУ). Высокая степень микрофитологической изученности стратотипа [Янкаускас, 1982; Микрофоссилии..., 1989; Вейс и др., 1990] породила в свое время уверенность в межрегиональном корреляционном значении многих М из его отложений. Сегодня видно, что часть из «видов-индексов» преимущественно верхнего рифея Южно-Уральской последовательности, в разрезах других регионов стала известна в более древних отложениях позднего докембрия, вплоть до слоев нижнего рифея (например, *Valeria Jank.* [Javaux et al., 2001]). Это свидетельствует о необходимости более углубленного изучения М в разрезах стратотипа. В свете обозначенной проблемы можно уверенно предположить, что многие акритархи, морфологически не схожие и относимые к разным родам, могут в реальности принадлежать одним организмам [Станевич и др., 2006, 2009]. С другой стороны, конвергентность признаков форм водорослей, и особенно бактерий, может приводить к ситуации, когда морфологически совершенно сходные формы могут относиться к различным организмам. При этом неотъемлемым аспектом палеоэкобиологической интерпретации является установление зон обитания организмов, чьи остатки мы наблюдаем в виде М. Нередки ситуации, когда аллохтонный планктон или бентос может захороняться в алевропелитовом осадке с местным бентосом. Авторы на примере известных и вновь полученных ассоциаций М покажут палеобиологическую интерпретацию некоторых форм акритарх из отложений рифея Южного Урала. Подобные интерпретации были выполнены нами в мезопротерозойских и неопротерозойских разрезах Восточной Сибири (рис. 1), отвечающих рифею и венду ОСШ [Розанов, 2004] на достаточно представительном материале.

Стратотип рифея Южного Урала

Последовательность осадочных пород стратотипа рифея представлена практически всем разнообразием отложений, образующих толщу мощностью более чем 15 км [Козлов и др., 1994; Пучков, 1997; Маслов и др., 2001; Геологическая карта..., 2002; Field trip guide..., 2006; Пучков, 2010] (рис. 2), а стратотипические разрезы рифея изучаются в пределах Башкирского мегантиклинория, начиная с середины XX века (полный обзор см. [Маслов и др., 2001]). За это время были составлены детальные разрезы, установлены соотношения между стратиграфическими подразделениями стратотипа, изучены ассоциации микробиальных построек (строматолитов и микрофитолитов) и М [Семихатов и др., 1991]. Часть ранее полученных радиохронологических датировок в последнее время была уточнена и дополнена новыми данными, полученными современными изотопными (SHRIMP-II и ID-TIMS) методами (см. рис. 2), что существенно уточнило возраст основных подразделений стратотипа рифея [Willner et al., 2003; Пучков и др., 2007, 2009, 2016; Пучков, 2010; Краснобаев и др., 2013] и позволило предложить иной вариант их корреляции с Международной стратиграфической шкалой [Puchkov et al., 2014]. Согласно предложенной корреляции нижний и средний рифей примерно соответствуют мезопротерозою, а верхний рифей и венд отвечают неопротерозою.

Для рифейских отложений характерна четкая цикличность в осадконакоплении, позволившая в свое время выделить мегаритмы, отвечающие сериям: бурзянской (бурзяний), юрматинской (юрматиний) и каратауской (каратавий), соответственно нижнего (включая верх палеопротерозоя), среднего и верхнего рифея. Новые датировки (707.0 ± 2.3 млн лет и 732.1 ± 1.7 млн лет [Краснобаев и др., 2012]) по цирконам из аршинских вулканитов в Тирлянской синклинали на Южном Урале позволили выделить в рифее дополнительное стратиграфическое подразделение: завершающий (терминальный) рифей — аршиний, включающий аршинскую серию (RF_{ar}) [Козлов и др., 2011; Пучков и др., 2014] в возрастном диапазоне 600–770 млн лет. Рассматриваемые отложения долгое время сопоставлялись с более молодыми вендскими образованиями

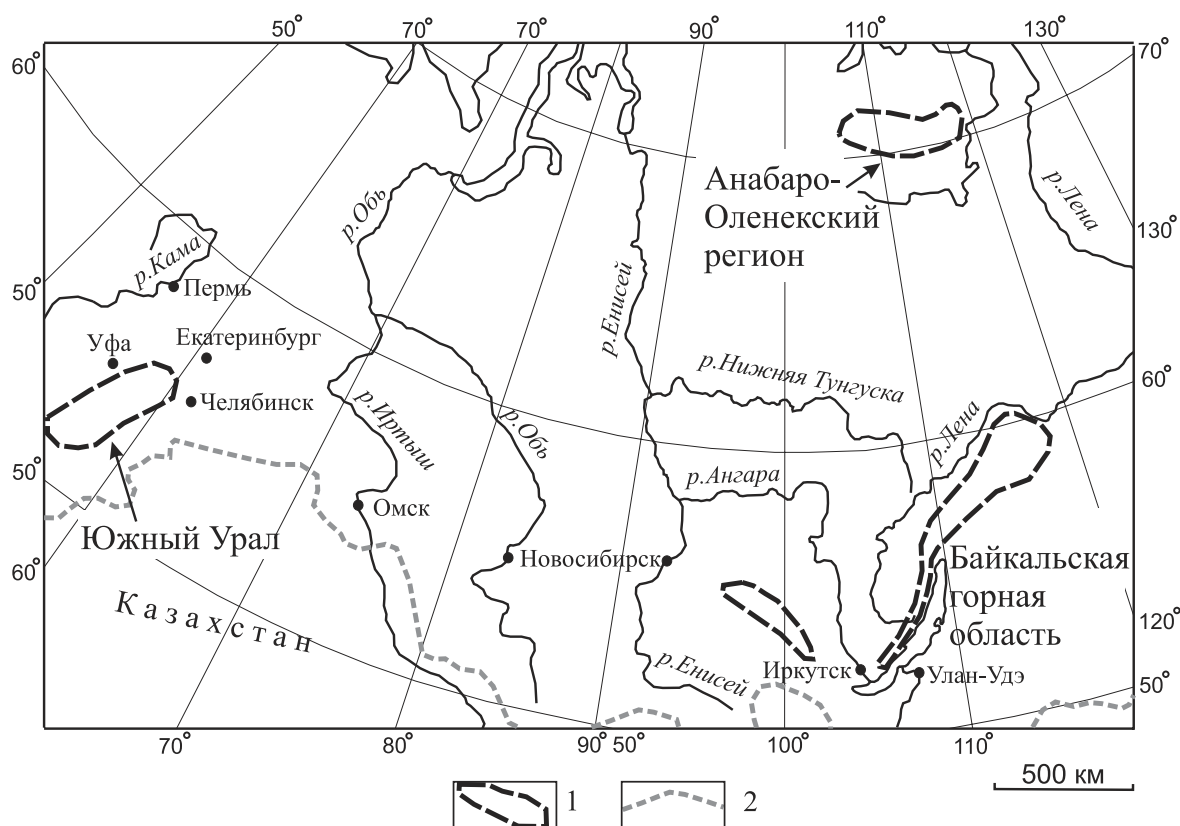


Рис. 1. Контуры площадей развития отложений позднего докембрия

Условные обозначения: 1 — площади с разрезами отложений позднего докембрия; 2 — государственная граница.

Fig. 1. Location of areas with Late Precambrian sections

Legend: 1 — area with sections of deposits of the Late Precambrian; 2 — state boundary.

и, несмотря на значительную мощность (около 2 км) и литологическую неоднородность, не расчленились. Рифейские образования несогласно перекрыты отложениями ашинской серии венда.

Нижний рифей (бурзяний). Стратотипически для бурзяния являются разрезы Тараташского антиклинория [Козлов и др., 1989], где выделены (снизу) айская, саткинская и бакальская свиты, связанные между собой постепенными переходами (см. рис. 2). Айская свита залегает с разрывом и угловым несогласием на кристаллических комплексах нижнего протерозоя и представлена разнозернистыми полимиктовыми, полевошпат-кварцевыми и аркозовыми песчаниками и алевролитами, полимиктовыми разногалечными конгломератами и гравелитами, сланцами глинистыми, филлитовидными, часто углеродистыми, единичны прослой песчаных доломитов; в нижней части отмечаются вулканиты [Ernst et al., 2006]. Саткинская свита представлена преимущественно доломитами и известняками, нередко содержащими строматолиты

и микрофитолиты, с прослоями и пачками глинистых и углеродисто-глинистых сланцев, часто известковистых. Из сланцев извлечена бедная ассоциация микрофоссилий [Янкаускас, 1982]. Бакальская свита сложена углеродисто-глинистыми сланцами, доломитами и в меньшей степени известняками, с прослоями кварцевых алевролитов и песчаников. В карбонатных породах свиты присутствуют строматолиты и микрофитолиты, а в сланцах — М, описанные как бакальская биота [Янкаускас, 1982; Козлов и др., 1989]. Общая мощность отложений бурзяния в стратотипе 4600–6300 м. Отложения нижнего рифея Ямантауского антиклинория, являющиеся возрастными аналогами айской, саткинской и бакальской свит Тараташского антиклинория, имеют некоторые отличительные особенности состава, строения и биографической характеристики, что послужило основанием для выделения здесь местных свит: большеинзерской, суранской и юшинской, общей мощностью более 5000 м (см. рис. 2).

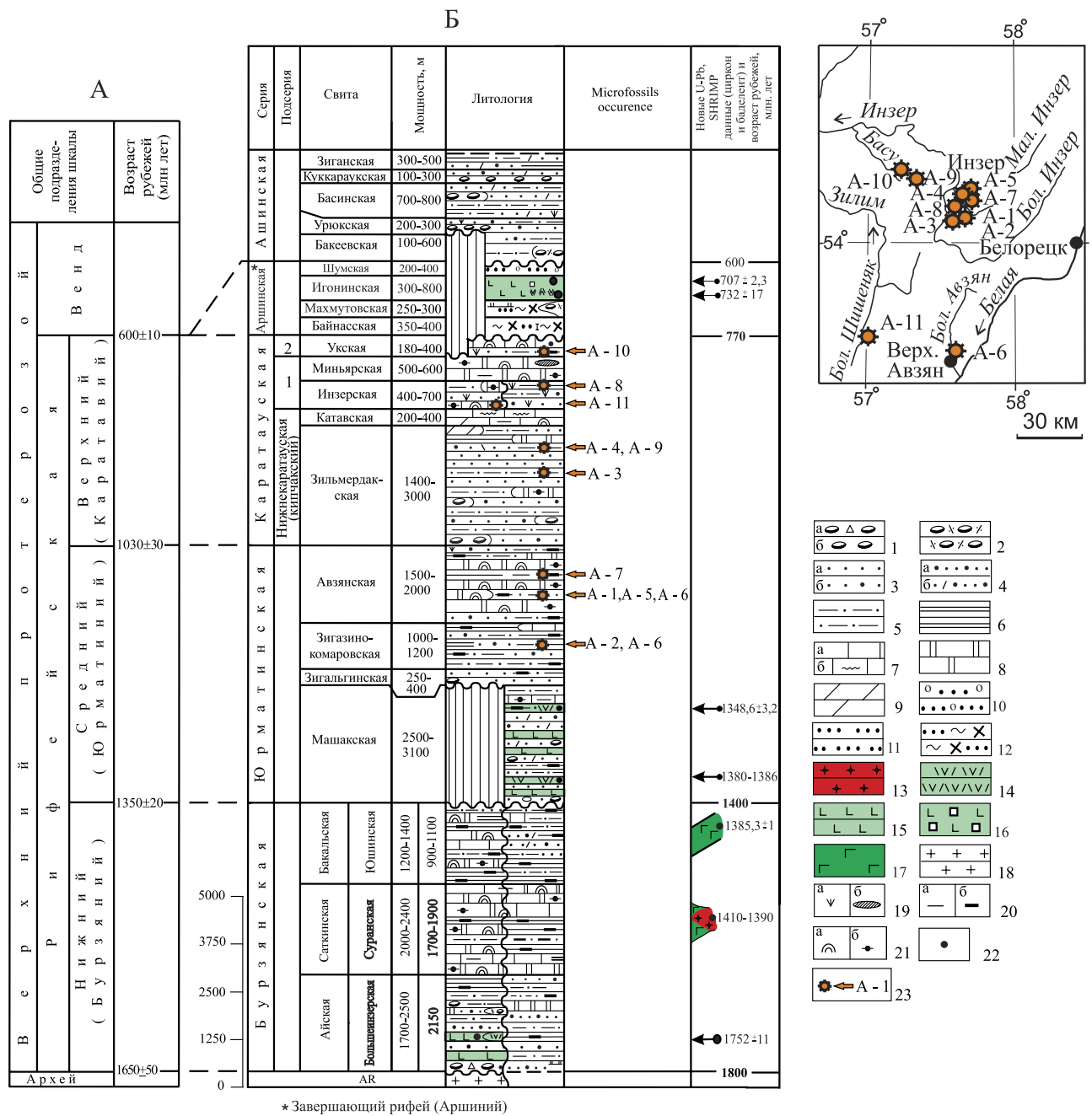


Рис. 2. Общие подразделения шкалы верхнего докембрия России [Семихатов и др., 1991] (А) и сводная стратиграфическая колонка верхнедокембрийских образований Уральского стратотипа [Стратиграфические..., 1993; Геологическая карта..., 2002; Козлов и др., 1989, 2011; Puchkov et al., 2014] (Б)

Условные обозначения: 1 — конгломерато-брекчии (а), конгломераты (б); 2 — полимиктовые конгломераты; 3, 4 — песчаники: 3 — кварцевые (а) и полевошпат-кварцевые (б), 4 — аркозовые (а) и полимиктовые (б); 5 — алевролиты; 6 — аргиллиты; 7 — известняки (а) и струйчатые известняки (б); 8 — доломиты; 9 — мергели; 10 — кварцито-песчаники гравийные; 11 — кварцито-песчаники и кварциты; 12 — слюдисто-хлорито-кварцевые сланцы; 13 — граниты; 14 — риодациты; 15 — метабазальты; 16 — метабазальтовые порфириты; 17 — габбро; 18 — породы кристаллического фундамента; 19, 20 — характеристика породы: 19 — глауконит (а) и кремни (б), 20 — глинистость (а), углеродистость (б); 21 — органические остатки: строматолиты (а), микрофитолиты (б); 22 — местоположение новых изотопных датировок; 23 — места отбора проб на микрофосилии и их номера. Средний рифей, авзянская свита: А-1 — левый берег руч. Катаскин (левый приток р. Мал. Инзер в районе пос. Катаскин); А-7 — автодорога Уфа — Белорецк на левом берегу р. Реветь в 6 км восточнее пос. Инзер; А-5 — автодорога Уфа — Белорецк в 3,6 км восточнее автодорожного моста через р. Реветь; авзянская и зигазино-комаровская свиты: А-6 — левый берег р. Бол. Авзян в районе пос. Верхний Авзян; А-2 — левый берег р. Мал. Инзер в 300 м ниже б/п Катаскин. Верхний рифей, зильмердакская свита: А-3 — левый берег р. Мал. Инзер в 1 км ниже р. Реветь; А-4 —

правый берег р. Мал. Инзер в 200 м восточнее моста по автотрассе Уфа – Белорецк; инзерская свита: А-11 – правый берег р. Бол. Шишняк в 6 км севернее с. Кулгунино; укская свита: А-10 – автотрасса Уфа – Белорецк на правом берегу р. Басу в 500 м выше хут. Кулмас.

Fig. 2. General subdivisions of the Scale of the Upper Precambrian of Russia [Semikhatov et al., 1991 (in Russian)] (A) and synthetic stratigraphic column of the Upper Precambrian complexes of the Uralian stratotype [Stratigraficheskie..., 1993 (in Russian); Geologicheskaya karta..., 2002 (in Russian); Kozlov et al., 1989 (in Russian), 2011 (in Russian); Puchkov et al., 2014] (B)

Legend: 1 – conglomerate-breccias (a), conglomerates (б); 2 – polymictic conglomerates; 3, 4 – sandstones: 3 – quartz (a) and feldspar-quartz (б), 4 – arkose (a) and polymictic (б); 5 – siltstones; 6 – shales; 7 – limestones (a) and striated limestones (б); 8 – dolomites; 9 – marls; 10 – gravel quartzite-sandstones; 11 – quartzite-sandstones and quartzites; 12 – mica-chlorite-quartz shists; 13 – granites; 14 – rhyodacites; 15 – metabasalts; 16 – metabasalt porphyrites; 17 – gabbro; 18 – rocks of the crystalline basement; 19, 20 – characteristics of the rocks: 19 – glauconite (a) and cherts (б), 20 – argillaceous (a), carbonaceous (б); 21 – organic residues: stromatolites (a), microphytolites (б); 22 – locations of new isotopic datings; 23 – places of sampling for microfossils and their numbers. Middle Riphean, Avzyan Formation: A-1 – the left bank of Kataskin Creek (the left tribute of Maly Inzer river near Kataskin village); A-7 – automobile road Ufa – Beloretsk at the left bank of Revet river, 6 km to the east of Inzer village; A-5 – auto road Ufa – Beloretsk 3.6 km to the east of the railroad bridge over Revet River; Avzyan and Zigazino-Komarov Formations: A-6 – the left bank of the Bol. Avzyan river near the Verkhniy Avzyan village; A-2 – the left bank of Maly Inzer river, 300 m downstream from former settlement Kataskin. The Upper Riphean, Zilmerdak Formation: A-3 – the left bank of Maly Inzer river, 1 km downstream from Revet river; A-4 – the right bank of Maly Inzer river, 200 m to the east from the bridge at the Ufa – Beloretsk highway; Inzer Formation: A-11 – the right bank of Bol. Shishenyak river, 6 km to the north from the village Kulgunino; Uk Formation: A-10 – Ufa – Beloretsk highway at the right bank of Basu river, 500 m upstream of the Kulmas village.

Средний рифей (юрматиний). В составе среднего рифея (юрматинская серия) выделены (снизу) машакская, зигальгинская, зигазино-комаровская и авзянская свиты (см. рис. 2), связанные между собой постепенными переходами [Стратиграфические..., 1993]. Нижняя граница серии определяется подошвой зигальгинской (на западе) или машакской (на востоке) свит, трансгрессивно и несогласно перекрывающих подстилающие отложения нижнего рифея. Машакская свита представлена основными и кислыми эффузивами, их туфами и туфобрекчиями, полимиктовыми песчаниками и алевролитами, конгломератами, углеродисто-глинистыми сланцами, в верхней части свиты отмечаются единичные маломощные прослои известняков. Зигальгинская свита сложена преимущественно характерными светло-серыми кварцевыми песчаниками, их кварцитовидными разностями и кварцитами, с линзами конгломератов, с прослоями и пачками алевролитов и глинистых сланцев, часто углеродистых. Зигазино-комаровская свита представлена глинистыми сланцами, большей частью углеродистыми, переслаивающимися с кварцевыми и полевошпат-кварцевыми алевролитами и песчаниками; отмечаются прослои глинистых и алевритистых доломитов. В отложениях свиты в районе города Бакал и по левому берегу р. Бол. Авзян описаны М среднего рифея [Янкаускас, 1982]. Авзянская свита сложена чередованием карбонатных (доломиты, известняки и редко сидериты) и терригенных (алевролиты и песчаники полевошпат-кварцевого состава) пород, с прослоями и пачками глинистых и углеродисто-глинистых сланцев. В карбонатных породах авзянской свиты содержатся строматолиты и микрофитолиты,

а в глинистых — М. Свита завершает разрез юрматинской серии, мощность отложений которой изменяется от 5500 до 6700 м.

Верхний рифей (каратавий). Каратауская серия расчленена на зильмердакскую, катавскую, инзерскую, миньярскую и укскую свиты, связанные между собой постепенными переходами (см. рис. 2), и только в основании укской свиты местами отмечается небольшой перерыв. Нижняя граница серии совпадает с подошвой зильмердакской свиты, залегающей на подстилающих отложениях юрматинской серии с постепенным переходом [Козлов, 1982; Козлов и др., 1994]. Зильмердакская свита сложена разномиктовыми полевошпат-кварцевыми, аркозовыми, субаркозовыми, кварцевыми и полимиктовыми песчаниками и алевролитами, глинистыми сланцами, присутствуют маломощные прослои и линзы конгломератов, гравелитов и песчаных доломитов. Катавская свита почти нацело представлена известняками (в основании со строматолитами верхнерифейского комплекса), их глинистыми разностями и мергелями. Инзерская свита представлена полевошпат-кварцевыми и кварцевыми песчаниками, алевролитами, часто с глауконитом, и аргиллитами; в западных разрезах свиты существенную роль играют известняки и доломиты, нередко содержащие строматолиты. Миньярская свита сложена доломитами и доломитизированными известняками, содержащими строматолиты и микрофитолиты. Укская свита представлена известняками, часто содержащими строматолиты и микрофитолиты, глаукониткварцевыми, кварцевыми и полимиктовыми песчаниками и алевролитами с прослоями аргиллитов. Укская свита завершает разрез каратауской серии, общая мощ-

ность отложений которой колеблется от 2600 до 5100 м.

Завершающий (терминальный) рифей (аршиний) включает аршинскую серию, образования которой распространены только на восточном крыле Башкирского мегантиклинория в Тирлянской синклинали (страторегион) и ее аналоги (криволукская свита) в Криволукской синклинали, расположенной южнее. Серия расчленена на свиты (снизу, см. рис. 2): байнасскую, махмутовскую, игонинскую и шумскую. Байнасская свита сложена сланцами переменного серицит-хлорит-кварцевого состава, часто известковистыми, с прослоями карбонатно-кварцевых разностей; в основании свиты отмечаются разногалечные конгломераты и кварцевые песчаники. Махмутовская свита представлена кварцевыми и полевошпат-кварцевыми песчаниками, тиллитами, кварцитовидными серицит-кварцевыми сланцами и кварцитами. Игонинская свита сложена вулканогенными образованиями (метабазальтами, их туфами и туфобрекчиями) с прослоями вулканогенно-осадочных (вулканомиктовых песчаников и алевролитов) и осадочных (песчаников, алевролитов и гравийно-псаммитовых микститов, с карбонатными прослоями) пород. Шумская свита представлена кварцито-песчаниками и сланцами серицит-хлорит-кварцевыми. Суммарная мощность отложений аршинской серии в страторегионе изменяется от 1100 до 1900 м.

Микрофоссилии докембрия

Изучение растительных остатков из докембрия началось в конце XIX столетия с находок Ч. Уолкоттом [Walcott, 1899; Микрофоссилии..., 1989] макроскопически видимых остатков в терригенных отложениях позднего протерозоя Северной Америки. Наиболее интенсивно микрофитология докембрия стала развиваться с пятидесятих годов прошлого столетия. Ее история достаточно подробно освещена в печати [Микрофоссилии..., 1989; Knoll et al., 1991; Knoll, Sergeev, 1995; Martin, 1993; Сергеев, 2006]. Впервые органостенные М из рифейских отложений Урала были описаны С.Н. Наумовой [1951], которая отнесла их к спорам высших растений. Этого заблуждения отчасти придерживался и основоположник советской микрофитологии Б.В. Тимофеев [1959]. Вместе с тем его открытия многочисленных местонахождений М докембрия на территории СССР и за рубежом оказали огромное влияние на развитие микрофитологии докембрия в СССР [Тимофеев, 1966, 1969].

Большинство этих остатков как им, так и его многочисленными последователями относились к микрофитопланктону. Среди различных классификаций того времени, которые в дальнейшем реально не использовались, важной вехой можно считать статью Н.А. Волковой [1965], которая ввела в отечественную микрофитологию классификацию акритарх (Acritarcha [Downie et al., 1963; Evitt, 1963a, 1963b]). В 70–80 гг. регулярно проводились коллоквиумы, где опробировался новый материал и решались биостратиграфические вопросы. Наибольшее значение имел Всесоюзный коллоквиум в 1986 г. в Ленинграде, перед которым группа микрофитологов под руководством Т.В. Янкаускаса проделала огромную работу по систематизации имеющегося материала и уменьшению числа синонимичных таксонов. Одним из результатов этого коллоквиума стали удаление из употребления 83 родов и публикация обобщающей сводки по М докембрия СССР [Микрофоссилии..., 1989].

Окремненные М из строматолитовых карбонатов впервые стали изучаться в 1950 г. [Tyler, Barghoorn, 1954]. Растущее количество местонахождений М из окремненных карбонатов от нижнего протерозоя до кембрия показало их значительное разнообразие. С другой стороны, стало видно морфологическое сходство большинства этих остатков с современными цианобактериями. Изучение окремненных микроорганизмов в СССР началось с посещения Д. Шопфом нашей страны и открытия цианобактериальных биот в нескольких разрезах [Шопф, Советов, 1976; Schopf et al., 1977].

За последние 60 лет открыты сотни местонахождений М из отложений докембрия всех континентов. Сегодня стало ясно, что появление высокоорганизованных форм жизни происходило гораздо раньше, чем представлялось даже 20 лет назад. Формы М извлекают растворением тонкозернистых терригенных пород, концентрируя находящуюся в них органическую фракцию. Другим методом является изучение их в петрографических шлифах сингенетических кремней мелководных биохемогенных карбонатов. Большинство форм из кремней по своей морфологии и условиям обитания уверенно сопоставляются с современными цианобактериями [Станевич, 1997; Якшин, 2002; Сергеев, 2003]. Органостенные М, извлеченные кислотным растворением, чаще всего относят к акритархам — группе неясного систематического положения (Acritarcha [Evitt, 1963a, 1963b]). Определенно можно говорить, что в акритархи включают непосредственно органические остатки разных по биологической природе

групп микро- и частично макроскопических организмов — бактерий, цианобактерий, грибов, водорослей и проблематических микроорганизмов [Микрофоссилии..., 1989]. Таким образом, преобладающее количество формальных родов и видов докембрийских акритарх пока не может быть соотнесено с таксонами филогенетических классификаций.

С экобиологических позиций наиболее полно изучены как современные, так и докембрийские сообщества цианобактерий (сине-зеленых водорослей). Биологическая принадлежность большинства органостенных М является проблематичной и известные актуалепалеонтологические сравнения только показывают неисчерпаемую перспективу этого направления работ. Эукариотическая природа сложно построенных и крупных акритарх позднего докембрия не вызывает сомнений. Уверенность в этом подкрепляется неизвестными ранее данными об эволюционных тенденциях биохимических параметров из раннедокембрийских отложений. Результатом изучения молекулярных и химических свойств архейских микробиот стало заключение о наличии фотосинтезирующих способностей бактерий в это время [Brocks et al., 1999; Xiao, 2002; Olson, Blankenship, 2004]. Применение молекулярно-биологических методов изучения микробиот открыло перспективу независимой биологической диагностики докембрийских М. Эти исследования в сочетании с ультраструктурным изучением форм позволяют дифференцировать ткани бактерий и более продвинутых организмов, вплоть до установления близких аналогий между акритархами и представителями отделов водорослей [Arougi et al., 1999, 2000]. Анализ филогенетических отношений таксонов разных доменов в фанерозое и позднем докембрии позволил предположить возникновение первых эукариот еще в раннем протерозое [Knoll et al., 1991; Розанов, 2004; Xiao et al., 2004]. Сейчас практически общепризнанным является то, что экспансия эукариотических организмов в неопротерозое является продолжением их долгой истории, начиная с раннего протерозоя [Семихатов и др., 1999].

В железосодержащих отложениях Северной Америки с возрастом 2.1 млрд лет найдены макроскопические эукариотные водоросли [Han, Runnegar, 1992]. Обнаруженные недавно крупные (до 8 см) лепешкообразные формы в пиритизированных сланцах с возрастом 2.1 млрд лет на юго-востоке Габона интерпретируются как остатки многоклеточных животных [Albani et al., 2010]. Хотя,

с другой стороны, их можно трактовать как литоформы, образованные в диагенезе по бактериальным колониям. В углеродистых сланцах палеопротерозоя Кольского полуострова обнаружены М, сопоставляемые с грибами [Ахмедов и др., 2000]. Кроме находок сложноустроенных акритарх [Samuelsson et al., 1999; Javaux et al., 2003] в мезопротерозое выделяются представители грибов, зеленых и красных водорослей [Walter et al., 1976; Butterfield et al., 1990; Butterfield, 2001; Станевич и др., 2006]. Но наибольшие богатство форм и возможности для биологической интерпретации предоставляют биоценозы неопротерозоя. Из анализа репродуктивных форм М было сделано предположение об основных эволюционных событиях для группы протистов на рубеже среднего и позднего рифея [Butterfield, 2000]. Из лахандинской серии этого времени известны крупные М, интерпретируемые как остатки животных [Герман, Подковыров, 2002, 2005]. В отложениях позднего рифея открыты многие ассоциации М, содержащие остатки грибов [Герман, 1979; Butterfield, 2005], зеленых, красных и хромофитовых водорослей [Knoll, 1992, 1994; Martin, 1993; Butterfield et al., 1994; Knoll, Sergeev, 1995; Xunlai, Hofmann, 1998; Butterfield, 2001], ваушериевых водорослей, а также формы, отнесенные в общем к протистам [Knoll et al., 1991; Vidal et al., 1993]. Разнообразие и сложность позднепротерозойской жизни подтверждают находки аннелидоморф в позднем рифее [Гниловская, 1998]. М других местонахождений неопротерозоя показывают сложное строение, известное раньше только у форм из нижнепалеозойских слоев. Часть из них доказательно описывается, как красные водоросли [Xiao et al., 2004], как доэдиакарские животные [Chen et al., 2000; Porter, Knoll, 2000; Xiao, Knoll, 2000; Xiao, 2002], или сопоставляется в общем с многоклеточными эукариотными организмами [Yin, 1998; Вейс и др., 1999; Tiwari, 1999; Yin, Guan, 1999; Samuelsson, Butterfield, 2001].

Другим моментом микрофитологии докембрия является то, что как окремненные, так и в большинстве органостенные формы изучены из слоев мелководных зон литорали и верхней сублиторали палеошельфов. Микробиоты из более глубоководных отложений, не говоря о батинальных зонах, известны несравненно меньше [Moorman, 1974; Horodyski, 1993; Ахмедов и др., 2000]. Но даже по немногочисленным данным видно, что по морфологии и меньшим размерам формы глубоководных биот существенно отличаются от хорошо известных М мелководных зон. Аналогично можно провести

сравнение и по степени изученности ассоциаций форм в геодинамическом аспекте. Преобладающее количество протерозойских микробиот найдено в отложениях палеошельфов, которые можно охарактеризовать как реликты пассивных окраин континентов. В осадочно-вулканогенных образованиях островодужных обстановок протерозоя находки М являются немногочисленными. Основной причиной малой изученности форм представляется их редкая сохранность в отложениях указанных обстановок [Sedimentary..., 1986; Кеннетт, 1987; Обстановки..., 1990].

Среди микрофитологов преобладает убеждение в планктонной форме обитания микроорганизмов докембрия, рассматриваемых в акритархах. Вместе с тем имеющиеся сведения о палеобиоценозах этого времени и анализ вероятных обстановок осадконакопления [Sedimentary..., 1986; Кеннетт, 1987; Обстановки..., 1990] позволяют представить

разные условия не только жизнедеятельности, но и захоронения форм разных групп организмов (рис. 3).

Формы бентосных водорослей литорали и сублиторали захоронялись преимущественно на участках своего обитания. Но их остатки, как и остатки планктона, легко переносились на далекие расстояния и отлагались в тонко-терригенных фациях, участвуя в формировании углеродсодержащих осадков. Ввиду преобладающего растворения, большинство форм планктона не доходило до глубоководных осадков. Этим и бактериальной деструкцией объясняется практическое отсутствие их находок в углеродсодержащих отложениях склона и его подножья палеобассейнов, а также подтверждает тезис о самодостаточной жизнедеятельности глубинных бактериальных сообществ [Станевич, Файзулина, 1992]. Наибольшие разнообразие и объем органических остатков должны

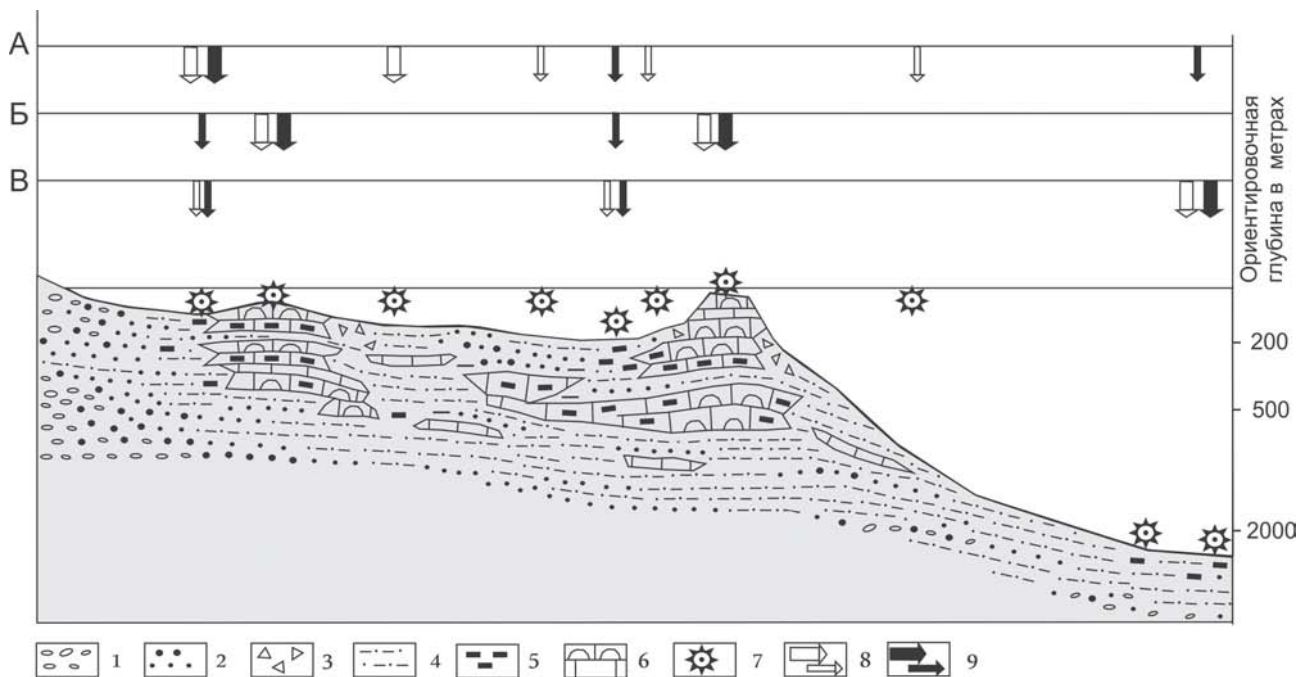


Рис. 3. Модель распространения участков преимущественной жизнедеятельности и захоронения форм микроорганизмов в морских бассейнах позднего докембрия. А — водоросли фотической зоны литорали и sublittoral, в том числе и планктон эпипелагиали; Б — бентос цианобактериальных сообществ карбонатных построек; В — бентос бактериальных сообществ углеродсодержащих алевропелитов

Условные обозначения: 1 — конгломераты; 2 — гравелиты, песчаники; 3 — брекчия обрушения; 4 — алевропелитовые отложения; 5 — углеродсодержащие отложения; 6 — карбонаты органогенные; 7 — участки обитания групп микроорганизмов; 8, 9 — максимальная и незначительная вероятность: 8 — жизнедеятельности, 9 — захоронения микроорганизмов.

Fig. 3. Model of distribution of places of predominant life activity and burial of microorganisms in marine basins of the Late Precambrian. A — algae of photic zone of the littoral and sublittoral, including plankton of epipelagic zone; Б — benthos of cyanobacterial communities in bioherms, biostromes; В — benthos of bacterial communities of carbon-bearing shaly siltstones

Legend: 1 — conglomerates; 2 — gritstones and sandstones; 3 — slump breccia; 4 — shaly siltstones; 5 — carbonaceous sediments; 6 — organogenic carbonates; 7 — places of habitation of groups of microorganisms; 8, 9 — maximal and unimportant probability: 8 — of life activity, 9 — of burial of microorganisms.

иметь зоны застойных впадин шельфа, что подтверждается в случае мелководных фаций платформенного типа [Вейс, Петров, 1994]. Но в случае плотностной стратификации вод и образования участков с застойными условиями, из всего комплекса фоссилий могут остаться лишь формы сульфатредуцирующих и других бактерий, участвовавших в деструкции форм других групп организмов. Эта достаточно примитивная схема (см. рис. 3) демонстрирует, насколько спорными могут быть многие экофациальные заключения.

Методика изучения микрофоссилий и материал

Для кислотного извлечения органостенных форм нами использовались приемы стандартной палеопалинологической мацерации. Большинство М Байкальской складчатой области (БСО, рис. 4) представлены мелкими формами, изучение которых возможно лишь при увеличении $\times 1000$ и больше светового микроскопа.

Вопрос возможного загрязнения докембрийских проб более молодыми формами является актуальным и не в полной мере решается выполнением известных методических инструкций. Обычно специалист достаточно отчетливо отличает занесенные формы от древних. Но для обеспечения большей стерильности мацерата, перед основным растворением порода частично растворялась во фтористоводородной кислоте и растворенная часть удалялась. Для просмотра органического осадка на электронных сканирующих микроскопах (Philips Sem 525M, XL30 ESEM TMR и др.) тонкая глинисто-углеродистая фракция удалялась подогревом в азотной кислоте до кипячения. Часть материала изучалась в петрографических шлифах, изготовленных из кусочков проб, подвергнутых растворению. Следует отметить, что внутреннее строение М в шлифах распознается труднее, в отличие от препаратов с мацератом, из-за фонового наложения минеральных частиц. Фотографирование на световом микроскопе производилось обычной фотоприставкой, с последующим сканированием негативов. Другая часть изображений получена на микроскопах с цифровой фотоприставкой.

В результате исследований многих микрофитологов М были изучены из всех серий стратотипа [Микрофоссилии..., 1989; Albani et al., 2010]. Последние обобщения по органостенным М рифея Южного Урала включают как новые данные, так и критический пересмотр предшествующих [Вейс

и др., 1990, 2003]. По основным публикациям в разрезах нижнего рифея описано 33 видовых таксона М, в разрезах среднего рифея — 39. Наиболее богатые и интересные местонахождения присутствуют в отложениях верхнего рифея. Из них описано более 115 таксонов, часть из просто устроенных форм которых известна в разрезах нижнего и среднего рифея. Приведенные ниже вновь полученные микрофитологические данные из среднего и верхнего рифея стратотипа (см. рис. 2) позволяют по-иному, чем ранее, осветить экологическую и биологическую принадлежность ряда микрофоссилий и их стратиграфическое значение. Нами обработано около 40 проб из отложений среднего (зигаино-комаровская и авзянская свиты) и верхнего (зильмердакская, инзерская, укская свиты) рифея. М изучались как в препаратах, так и в петрографических шлифах, что позволило наблюдать формы, не сохраняющиеся при растворении, и их соотношение с осадком. Из двух среднерифейских свит описано соответственно 4 и 14 видов. Из зильмердакской свиты описано 11 видов, из инзерской — 32 вида, из укской — 28 видов.

Большинство таксонов Уральского разреза известно во многих позднедокембрийских отложениях мира и рассматривается в классификации акритарх. Вместе с тем изучение и сравнение между собой ряда форм из докембрийских отложений Анабаро-Оленекского региона (АОР) и БСО (см. рис. 4) показало, что в некоторых случаях можно наметить палеобиологическую принадлежность общеизвестных форм акритарх [Станевич, Файзулина, 1992; Стратиграфические..., 1993; Станевич и др., 2009]. Поэтому авторы постараются ниже привлечь данные и выводы, полученные в этих регионах, для систематической интерпретации М стратотипа рифея.

Наиболее однозначную экобиологическую характеристику в докембрии имеют минерализованные М из узкоразвитой субаэральной фации органогенных карбонатов [Golubic, 1976; Hofmann, 1976; Knoll et al., 1991; Сергеев, 1992, 2003; Sergeev et al., 2012]. В разрезах рифея Сибири было выделено четыре трансрегиональных типа фациально-экологических группировок органостенных М [Вейс, Петров, 1994; Вейс и др., 1999]. При этом намеченные закономерности их фациального распределения распространяются только на верхнюю часть шельфа (с глубиной не более 50–80 м). Современные отложения этих зон не превышают 9% от всей массы осадков океанов и морей, а большая часть микроорганизмов захороняется на всем пространстве

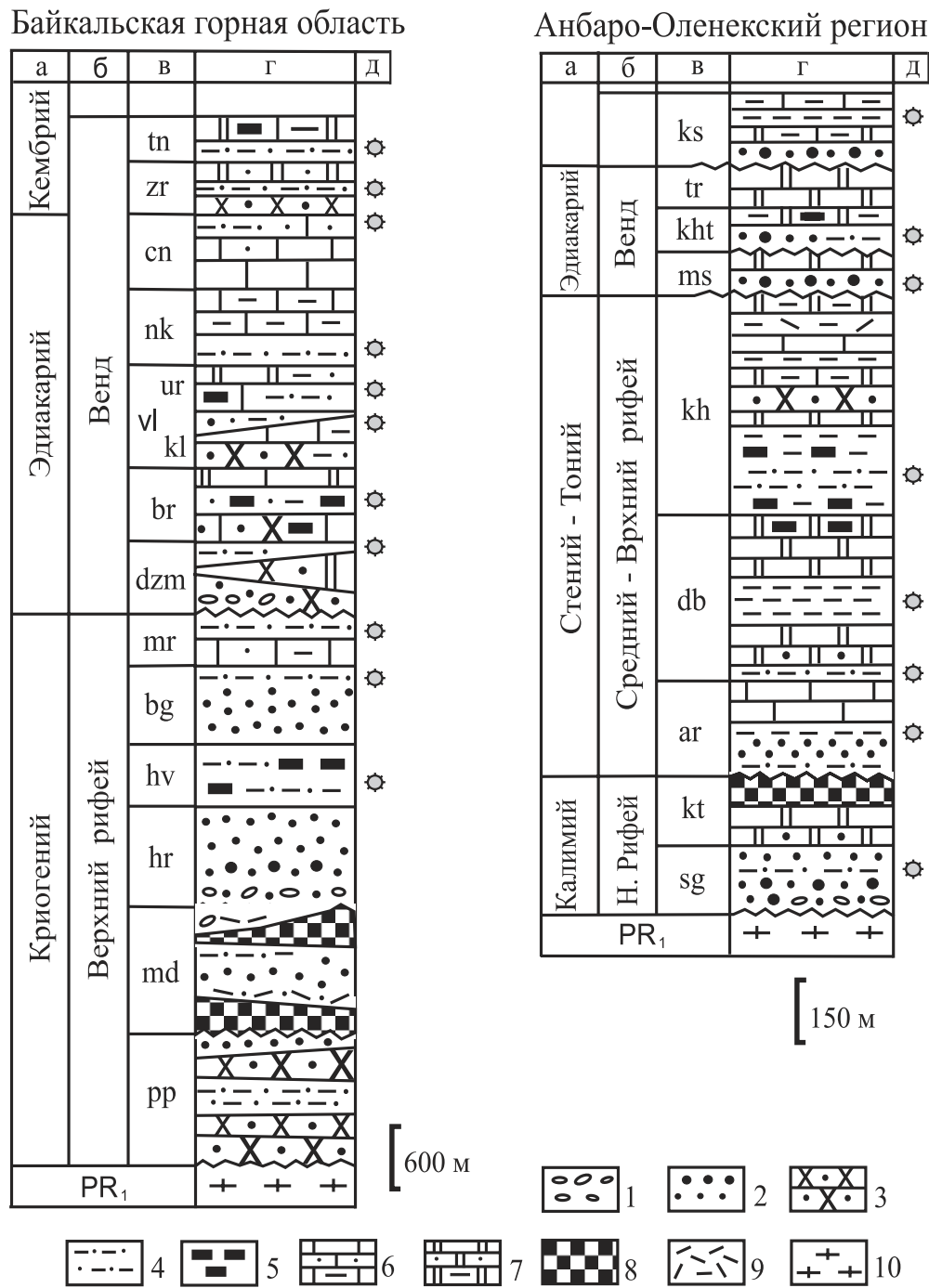


Рис. 4. Стратиграфическая последовательность отложений позднего докембрия в Байкальской складчатой области и Анабаро-Оленекском регионе. а, б — геохронологическая шкала: а — международная, б — российская; в — свиты; г — литология; д — местонахождение микрофоссилий

Условные обозначения: 1 — конгломераты; 2 — полимиктовые, аркозовые гравелиты и песчаники; 3 — кварцевые песчаники; 4 — алевролиты, аргиллиты; 5 — углеродсодержащие осадки; 6 — известняки, известняки песчаные, песчанистые; переслаивание известняков и алевроаргиллитов; 7 — доломиты, доломиты песчаные, песчанистые; переслаивание доломитов и алевроаргиллитов; 8 — вулканиты основного состава; 9 — туфы и туффиты; 10 — граниты, гнейсы нижнего докембрия. Свиты и толщи: ar — арымасская, bg — бугарихтинская, br — баракунская, cn — ченчинская, db — дебенгдинская, dlg — джалагунская, dn — даннинская, dzm — джемкуканская, hr — харлухтахская, hv — хайвергинская, kh — хайпахская, kht — хатыспытская, kl — каланчевская, ks — кесюссинская, kt — кютингдинская, md — медвежевская, mr — мариинская, ms — маастахская, nk — никольская, pp — пурпольская, sg — сыгынахтаская, tn — тинновская, tr — туркутская, ur — уринская, vl — валюхтинская, zr — жербинская.

Fig. 4. Stratigraphic succession of Late Precambrian deposits in the Baikal folded area and Anabar-Olenek region. a, б — geochronologic scale: a — International, б — Russian; в — formations; г — lithology; д — microfossils occurrence

Legend: 1 — conglomerates; 2 — polymictic, arkosic-greywacke gritstones and sandstones; 3 — quartz sandstones; 4 — siltstones, shales; 5 — carbonaceous sediments; 6 — limestone, arenaceous limestone, intercalation of limestone and shaly siltstones; 7 — dolomites, arenaceous dolomites, intercalation of dolomites and shaly siltstones; 8 — basic volcanic rocks; 9 — tuffs and tuffites; 10 — Lower Precambrian granites, gneisses, schists. Formations and strata: ar — Arymas, bg — Bugarikhta, br — Barakun, cn — Chenchа, db — Debengda, dlg — Dzhаlagun, dn — Dannaya, dzm — Dzhemkukan, hr — Kharlukhtakh, hv — Khaiverga, kh — Khaipakh, kht — Khatyspyt, kl — Kalanchа, ks — Kessyuse, kt — Kyutingda, md — Medvezhevka, mr — Mariinka, ms — Maastakh, nk — Nikola, pp — Purpol, sg — Sygynakhtakh, tn — Tinnaya, tr — Turkut, ur — Ura, vl — Valyukhta, zr — Zherba.

сублиторали и глубже [Кеннетт, 1987]. Сведения о палеобиоценозах из глубоководных, углеродсодержащих отложений являются малочисленными [Javaux et al., 2001; Olson, Blankenship, 2004]. В отличие от большинства известных местонахождений М, значительная часть микрофитологически изученных отложений докембрия БСО отражает достаточно глубоководные морские условия [Немеров, Станевич, 2001; Станевич и др., 2006]. Сопоставление латеральных рядов отложений в разрезах региональных горизонтов дает представление об условиях жизнедеятельности и захоронения микроорганизмов, и в ряде случаев об их вероятной естественно-таксономической ориентации. С этих позиций был предпринят анализ морфологически сходных ассоциаций М позднего докембрия БСО, что привело к предварительному выделению экобиологических группировок [Станевич, 1997; Немеров, Станевич, 2001; Stanevich, 2003].

Экобиологическая интерпретация акритарх. Бактерии

Остатки строматолитообразующих цианобактериальных сообществ известны в эпипелагиальных зонах всех трех районов (см. рис. 1). В частности, из укской свиты получены разнообразные нити цианобактерий (табл. I, фиг. 15–26), которые предварительно можно сопоставить с представителями гормогониевого или хамесифонового классов [Микрофоссилии..., 1989]. Микроорганизмы преимущественно иной бактериальной природы преобладают в более глубоководных фациях дистального шельфа [Станевич, Файзулина, 1992; Станевич и др., 2006]. Остатки клеток, их округлых агрегатов и почкующихся форм в различных стадиях развития наблюдались в массе в препаратах и шлифах из элементарных слойков (0.5–2 мм) углеродистых алевропелитовых циклитов (табл. II, фиг. 1, 2). Нередко они являются пороодообразующими для этих слойков (до 30% от мощности слойка). Автохтонный характер этой ассоциации М подчеркивается почти полным отсутствием других морфологи-

ческих групп. Аналогичные формы и их скопления широко присутствуют и в разрезах Южного Урала (табл. II, фиг. 3, 8–10). Разновидности с коккоидной структурой преобладают в этой ассоциации бентосных форм (табл. II, фиг. 4–7, 13). Они относятся к *Bavlinella faveolata* Scher. или к *B. variabilis* (Moorm.) [Станевич и др., 2006; Moorman, 1974]. Вышеуказанные формы сохраняют объем и внутренние признаки, чем отличаются от многих акритарх.

Bavlinella и сопутствующие им формы интерпретируются как остатки сульфатредуцирующих сообществ [Немеров, Станевич, 2001; Станевич и др., 2006]. Углеродсодержащие тонко-терригенные фации с этими сообществами формируются преимущественно в анаэробных, в разной степени стагнационных условиях морских бассейнов, вплоть до мезобатиальных, афотических участков [Кеннетт, 1987]. Формы этих сообществ являются деструкторами для привносимых органических остатков и редко присутствуют в мелководных отложениях, совместно с более крупными и смятыми, плоскими акритархами. Так, «обугленные» остатки крупных *Leiosphaeridia* cf. *jacutica* (Tim.) с «дырками», вероятно, от кристаллов пирита обнаружены в углеродистых сланцах баракунской свиты БСО совместно с объемными формами бактериального бентоса [Станевич и др., 2006]. Во множестве присутствуют мелкие и объемные бактериальные формы из наиболее глубоководных отложений региона. Редко встречаются смятые и корродированные остатки, которые можно диагностировать как *Leiosphaeridia* div. sp. [Немеров, Станевич, 2001; Станевич и др., 2006].

Коккоидная или ячеисто-коккоидная структура индивидов *Bavlinella* характерна также для многих форм других родов акритарх, что обусловило введение понятия «междуродового таксона» [Станевич и др., 2006]. Мы предполагаем, что протопласт первичных клеток бактерий или водорослей был замещен агрегатами бактериальных форм (*Bavlinella*). Формы из куонамских сланцев кембрия, аналогичные *Bavlinella*, определены как колонии пурпурных серобактерий *Thiocapsa* или *Thiocystes*, клетки

которых замещены фрамбоидами пирита [Жмур, Горленко, 1990]. М. Мурман [Moogman, 1974] отнесла подобные и другие остатки из позднерифейской формации Nestor к сине-зеленым водорослям. Эти остатки интерпретировались как планктон, занесенный в глубоководные углеродистые осадки. Но формы из последних логичнее трактовать как остатки придонных сообществ факультативно гелиофобных, хемолитотрофных бактерий, в том числе и серобактерий [Определитель бактерий..., 1997]. Эти микроорганизмы также образуют разнообразные, в основном округлые, слизистые колонии и размножаются делением [Шлегель, 1987]. Таким образом, породообразующая ассоциация представляется как сообщество факультативно темновых зубактерий, отчасти независимых от других микроорганизмов в своем питании. Известно, что миксотрофный метаболизм в условиях дефицита света и аллохтонных биогенов свойственен части сульфатредуцирующих и других бактерий [Определитель бактерий..., 1997] и определяет их самодостаточную жизнедеятельность. Сообщества хемолитотрофных бактерий, осуществляющих хемосинтез и темновую (в условиях отсутствия солнечного света) ассимиляцию CO_2 на глубинах до 3700 м показывают крайний случай подобной независимости [Леин и др., 1996].

Актуапалеонтологические сравнения и анализ обстановок местонахождений позволили отнести ряд форм *Acritarcha* к другим группам бактерий [Немеров, Станевич, 2001; Станевич и др., 2006]. Формы *Octoedryxium* Rud. известны как в разрезах Южного Урала, так и БСО (табл. I, фиг. 1–14). Очертания полимерных оболочек *Octoedryxium* Rud. соответствуют вариантам орторомбической модификации серы. Данное сходство и известная способность клеток простейших концентрировать биофильные элементы и, в максимальной мере, серу [Шлегель, 1987] позволяют представить модель происхождения этих форм. Сера, в осадке с контрастным сочетанием восстановительных и окислительных условий, при окислении накапливается в клетках аэробных серных бактерий, постепенно переходя в кристаллическую форму. Оболочка клетки формируется в соответствии с очертаниями растущего кристалла при прекращении жизнедеятельности и погребении. Сера трансформируется в свою моноклинную модификацию и диффундирует из оболочки в диагенезе. Сходная обстановка может возникать в переотложенных терригенных фациях литорали и внутренней sublиторали при хемобиогенном карбонатонакоплении, откуда и из-

вестно большинство находок *Octoedryxium*. Здесь ассоциируют строматолитовые карбонаты, кварцевые песчаники и углеродсодержащие алевропелиты. Метаболические особенности существующих микроаэрофильных бактерий рода *Thiovulum*, клетки которых часто выполняют орторомбические включения серы [Определитель бактерий..., 1997], подтверждают вышеприведенную интерпретацию. Вероятность сопоставления подчеркивается размерами части форм *Thiovulum* (5–50 мкм), которые сопоставимы с размерами форм *Octoedryxium*.

Экобиологическая интерпретация акритарх. Водоросли

Характерной особенностью вышеописанных бактерий, как из отложений БСО, так и в других местонахождениях [Янкаускас, 1982; Михайлова, Подковыров, 1987; Zang, Walter, 1992; Horodyski, 1993], является способность сохранять объем своих оболочек и внутренние признаки в условиях диагенеза и начальной субфации зеленосланцевой фации метаморфизма. Этим свойством и меньшими размерами они отличаются от многих акритарх, которые сплюсциваются в плоскую пластинку еще в начале литификации осадка [Бурзин, 1997] и с которыми преимущественно знакома подавляющая часть микрофитологов. Особенности объемных форм и их соотношения с другими акритархами и с осадком кратко освещены раньше [Stanevich, 2003; Станевич и др., 2009]. Здесь необходимо только подчеркнуть, что устойчивость полимерной оболочки обусловила сохранность внутренних признаков, позволивших наметить нижеприведенные актуаморфологические сравнения. Это свойство характерно для акритарх БСО, которые мы сравниваем с ценобиальными зелеными водорослями [Станевич и др., 2006, 2007].

Органостенные М позднего докембрия БСО изучаются более 50 лет [Трещетникова и др., 1982; Микрофоссилии..., 1989; Станевич, Файзулина, 1992; Тимофеев, 1966; Станевич и др., 2006]. Основное внимание при этом уделялось выяснению их вертикального и латерального распространения в целях использования при корреляции отложений. Сейчас видно, что из всех биостратиграфических выводов заслуживает внимания межрегиональное значение микробиоты уринской свиты [Воробьева и др., 2008; Голубкова и др., 2010] и выдержанный уровень появления ассоциации форм, ранее включаемых в III-а подкомплекс Сибирской платформы [Решения Всесоюзного..., 1986; Станевич,

Файзулина, 1992; Розанов, 2004]. Сегодня акритархи, сопоставляемые с ценобиальными зелеными водорослями, можно отнести к этому же подкомплексу [Станевич и др., 2006].

Непрерывный фрагмент разреза верхней части ченчинской свиты мощностью 75 м, в котором были обнаружены формы этой ассоциации, расположен на левом берегу р. Бол. Чуи (см. рис. 4). Он представлен глинисто-алевритовыми отложениями с тонкой ритмичной слоистостью, включающими тонкие прослои известняков. Условия формирования верхнеченчинских слоев в разрезе на р. Бол. Чуя соответствуют обстановкам верхней сублиторали с пассивным режимом седиментации. Фоновое осаждение алевритов и органогенных слоев с М происходило в обстановке изолированного, вероятно, барьерными рифами участка шельфа, без существенного влияния штормов и интенсивных течений.

Среди акритарх ченчинской ассоциации был выделен *Dictyotidium minor* Stan. (табл. III, фиг. 1, 2) [Станевич и др., 2007], который впоследствии, независимо от автора, был вторично опубликован уже в составе нового рода *Dictyotidia* [Микрофоссилии..., 1989], что противоречит как этическим нормам, так и Кодексу [Международный кодекс..., 1996]. Но присутствие форм рода *Dictyotidium* Eise emend Stapf. в докембрийских разрезах вскоре было подтверждено описанием *D. fullerene* Butt. из органогенных карбонатов Шпицбергена, близких по возрасту отложениям ченчинской свиты [Chen et al., 2000]. При изучении форм *Dictyotidium minor* методами электронной микроскопии были обнаружены структуры, указывающие на близость строения этих акритарх и ценобиальных колоний зеленых водорослей *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh. Для М этого вида, которые наряду с формами *P. kuwraiskyi* Schmid. обнаружены и в ископаемом состоянии, характерно ценобиальное строение из 4–128 и более клеток [Водоросли..., 1989; Царенко, 1990; Algae, 1995]. Клетки дифференцированы на наружные и внутренние, чаще всего плотно сросшиеся всеми сторонами. Наружные клетки выемчатые с двумя неразветвленными, слегка зауженными к верхушке отростками, снабженными длинными узкими придатками в плоскости ценобия. Видимые на фотографии ребра или выступы акритарх *D. minor* (табл. III, фиг. 1), вероятнее всего, являются именно сросшимися придатками, образованными выростами клеточной оболочки.

Ченчинскую «микробиоту», совместно с *D. minor*, составляют округлые и тетраэдрические *Tchuja*

и *Centrum* Stan. и морфологически переходные между ними формы, их скопления и другие акритархи (табл. III, фиг. 3–7). По своим признакам М этих родов, и в особенности *Centrum* Stan. (табл. III, фиг. 3), хорошо сопоставляются с широко распространенными современными видами-космополитами *Tetraedron minimum* (A. Br.) Hansg. и *Chlorotetraedron fitridens* (Berk-Mannag.) Kom. et Kovac. Для них характерны одиночные клетки, имеющие тетраэдрические, полиэдрические (4–6-угольные) очертания с прямыми или вогнутыми сторонами. Оболочки могут быть трехслойными. Бесполое размножение происходит автоспорами. Если учесть тот признак, что современные представители *T. minimum* имеют уплощенные клетки, то предпочтение при сопоставлении акритарх следует отдать *C. fitridens*. Клетки современных Chlorococcales, с которыми сопоставляются акритархи, обладают широким видовым полиморфизмом [Водоросли..., 1989; Курс низших..., 1981; Algae, 1995].

В ченчинской ассоциации присутствуют морфотипы, имеющие одновременно признаки родов *Tchuja* и *Centrum* Stan. [Станевич и др., 2006, 2007]. У них отчетливо видны различные типы зональных слоев и варианты морфологически переходных форм. Толстостенная оболочка, которая часто наблюдается у этих форм, является родовым признаком для акритарх *Retiforma* Mikh. [Михайлова, Подковыров, 1987], свойственна для апланоспор или акинет, в частности современных Tetrasporales [Водоросли..., 1989; Курс низших..., 1981]. Внутреннее коккоидное строение как *Tchuja granosa* Stan. (табл. III, фиг. 4), так и *Retiforma tolparica* Mikh. (табл. III, фиг. 6, 9) можно объяснить зародышами автоспор, что характерно для специализированных клеток зеленых водорослей. По строению они хорошо сопоставляются с автоспорангиями современного рода *Chlorella* Beijer. Формы последнего рода могут образовывать до 16 автоспор внутри материнской оболочки, вырастать и давать начало следующей генерации. Учитывая высокую вероятность конвергентности признаков у ископаемого материала, можно иметь в виду другой вариант интерпретации, где коккоидные образования внутри оболочек акритарх могут представлять собой бактериальные клетки, посмертно (или симбиотически) замещающие протопласт водорослевой формы в сингенезе [Stanevich, 2003].

Разнообразие сотен изученных форм можно свести к нескольким родам и видам акритарх. Большинство форм сравнимо по морфологии


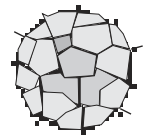
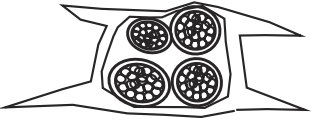

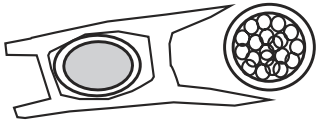

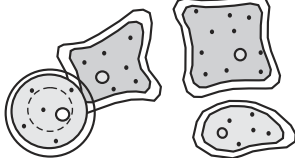
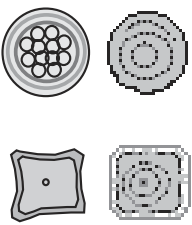
Современные водоросли	Формы акритарх
 <p>Освобождение зооспор в пузырьке из ценобиальной колонии <i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.</p>	 <p>1. <i>Dictyotidium minor</i> Stan., <i>Dictyotidium</i> sp.</p>
 <p>Образование гипноспор <i>Ulothrix</i> sp.</p>	 <p>2. <i>Bavlinella</i> div. sp.</p>
 <p>Освобождение апланспор <i>Microspora willeana</i> Lagern.</p>	 <p>3. <i>Margominuscula</i> Naum., <i>Retiforma</i> sp.</p>
 <p>Автоспоры <i>Tetraedron minimum</i> (A.Br.) Hansg.</p>	 <p>4. <i>Retiforma tolparica</i> Mikh. 5. <i>Tchuja</i> div. sp. 6. <i>Centrum</i> div. sp.</p>

Схема репродуктивного цикла неопротерозойских зеленых водорослей на основе морфотипов акритарх (1 - 6)

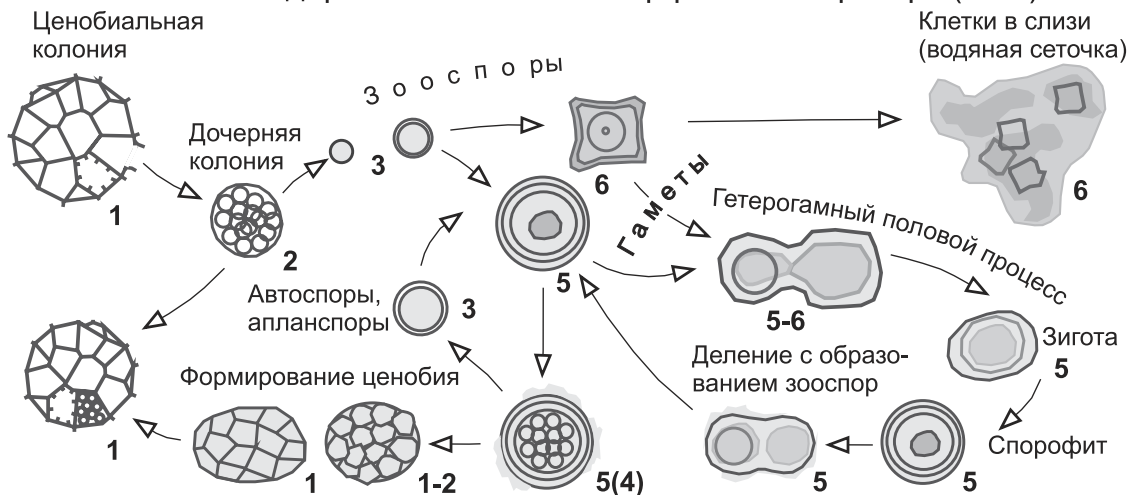


Рис. 5. Сравнение морфологии репродуктивных форм современных зеленых водорослей и акритарх из позднеарифейских отложений Саяно-Байкальского региона

Fig. 5. Comparison of reproductive forms morphology of the recent green algae and acritarchs from Vendian deposits of Chench Formation of the Baikal folded area

и размерам (в среднем 7–35 мкм) с некоторыми представителями современных зеленых водорослей, что видно из сравнения древних и современных форм (рис. 5). Всего объемные формы, которые авторы сравнивают с ценобиальными зелеными водорослями, насчитывают в БСО 22 вида. Большинство из них присутствует в биоте ченчинской свиты, где отсутствуют другие морфотипы. В биотах других разрезов региона имеется по 2–5 видов из этой ассоциации. В стратотипе Южного Урала удалось обнаружить только несколько форм этой ассоциации (табл. III, фиг. 8, 9). В хорошо изученных местонахождениях позднего докембрия АОР этот и другие типы объемных акритарх неизвестны.

Совершенно другой тип микрофоссилий, отличающийся от описанного выше, представлен в отложениях позднего рифея ЮУ и АОР (см. рис. 1, 2, 4). Как отмечалось, они представляют собой классические акритархи — уплощенные пластины значительно больших размеров (табл. III–V). Актуальность выявления природы части этих акритарх побудила авторов статьи в первую очередь попытаться провести морфофункциональный анализ признаков микрофоссилий с целью выявления их вероятных аналогов в современной флористике. Как известно, в основе подобного анализа лежит принцип актуализма, основанный в данном случае на сравнении не только признаков ископаемых и современных форм, но и вероятных разных стадий развития, сопоставимых с морфологическим разнообразием современных водорослей.

Как видно (см. табл. III–V), скорее всего, М принадлежат нескольким различным растительным сообществам. Как в дебенгдинской и арымасской свитах АОР [Станевич и др., 2009], так и в свитах ЮУ присутствует значительное количество крупных обрывков растительной ткани. Часть из них имеет сложную полиморфную структуру, где округлые вздутия можно трактовать или как реликты репродуктивных органов, или, что более вероятно, как гумифицированные оболочки паренхимных клеток [Станевич и др., 2009]. В другом случае фрагмент фитолеймы (?) содержит форму, которая однозначно может быть отнесена к роду акритарх *Leiosphaeridia* Eis. Данное образование, как и в вендотенидах [Гниловская и др., 1988], можно интерпретировать как репродуктивное вместилище. Плотные сфероморфные оболочки, отнесенные к роду акритарх *Simia* Mikh. et Jank., наблюдались как отдельно, так и в составе фрагментов растительной ткани. Крупные размеры, паренхиматическое строение слоевищ и несомненная связь

их с оболочками, которые, вероятно, являлись репродуктивными органами, позволяют отнести их к многоклеточным эукариотным водорослям. Относительно биологической интерпретации форм типа *Leiosphaeridia* нам известно одно достаточно доказательное сравнение. В.В. Кирьяновым [1986] на выделенных щадящей кислотной методикой крупных слоевищах из нижнекембрийских отложений были описаны прикрепленные крупные формы разных родов акритарх, в том числе и *Leiosphaeridia*. И эти образования были сопоставлены с бурыми водорослями. Формы типовых разновидностей *Leiosphaeridia* известны от нижнего рифея до, по крайней мере, середины палеозоя. Поэтому пока не существует сколько-нибудь серьезной альтернативы предположению о принадлежности вышеупомянутых остатков отделу бурых водорослей. Отнесенные к ним акритархи составляют основной фоновый набор М как на ЮУ, так и в АОР. Вместе с обрывками слоевищ все они, скорее всего, отражают фрагменты единого биоценоза бурых водорослей, ведущих факультативно бентосный образ жизни и представляющих бентос литорали, остатки зарослей которого мы наблюдаем только в виде неоднократно перенесенных фрагментов [Станевич и др., 2009].

Для биологической интерпретации представляет интерес группа акритарх *Scaphyta eniseica* Tim., *Scaphyta* sp. (ad lib. *Lophosphaeridium* sp.), характеризующихся ладьевидной формой в сплюсненном состоянии и, видимо, при жизни представляющих собой плавающие «чашечки» (табл. III, фиг. 17, 18, 20, 21; табл. IV, фиг. 1–7, 15–17). Среди разнообразных форм сходного ладьевидного строения достаточно многочисленными являются экземпляры, имеющие округлые отверстия (*Leiosphaeridia* (?) *kulgunica* Jank.). В разрезе АОР только в одном случае была обнаружена структура отверстия, по которой можно предположить ее функциональное значение (табл. IV, фиг. 18). Хорошо видно, что отверстие обрамлено равномерными и правильными бугорочками. Эта структура может быть интерпретирована, как коньюгирующий канал, развивающийся при половом размножении современных зеленых водорослей порядка *Desmidiaceae* (Menegh.) Pasch. (рис. 6). Схожие структуры были обнаружены и в отложениях ЮУ (табл. IV, фиг. 11). В материале из АОР в массе присутствуют формы с бородавчатыми и разных очертаний палочковидными выростами (табл. IV, фиг. 19–21). Близкие микрофоссилии найдены и в разрезах ЮУ (табл. IV, фиг. 8–10; табл. V, фиг. 2).

Исходя из сравнения с современными представителями зеленых водорослей [Косинская, 1960; Park et al., 1996; Жизнь растений..., 1977; Engels, Lorch, 1981], все эти ладьевидные формы, скорее всего, представляют собой прикрепленное

к мелководному терригенному осадку сообщество, репродуктивные органы которого в определенный момент развития отрываются и переходят в планктонное или факультативно планктонное состояние в целях расширения ареала сообщества.

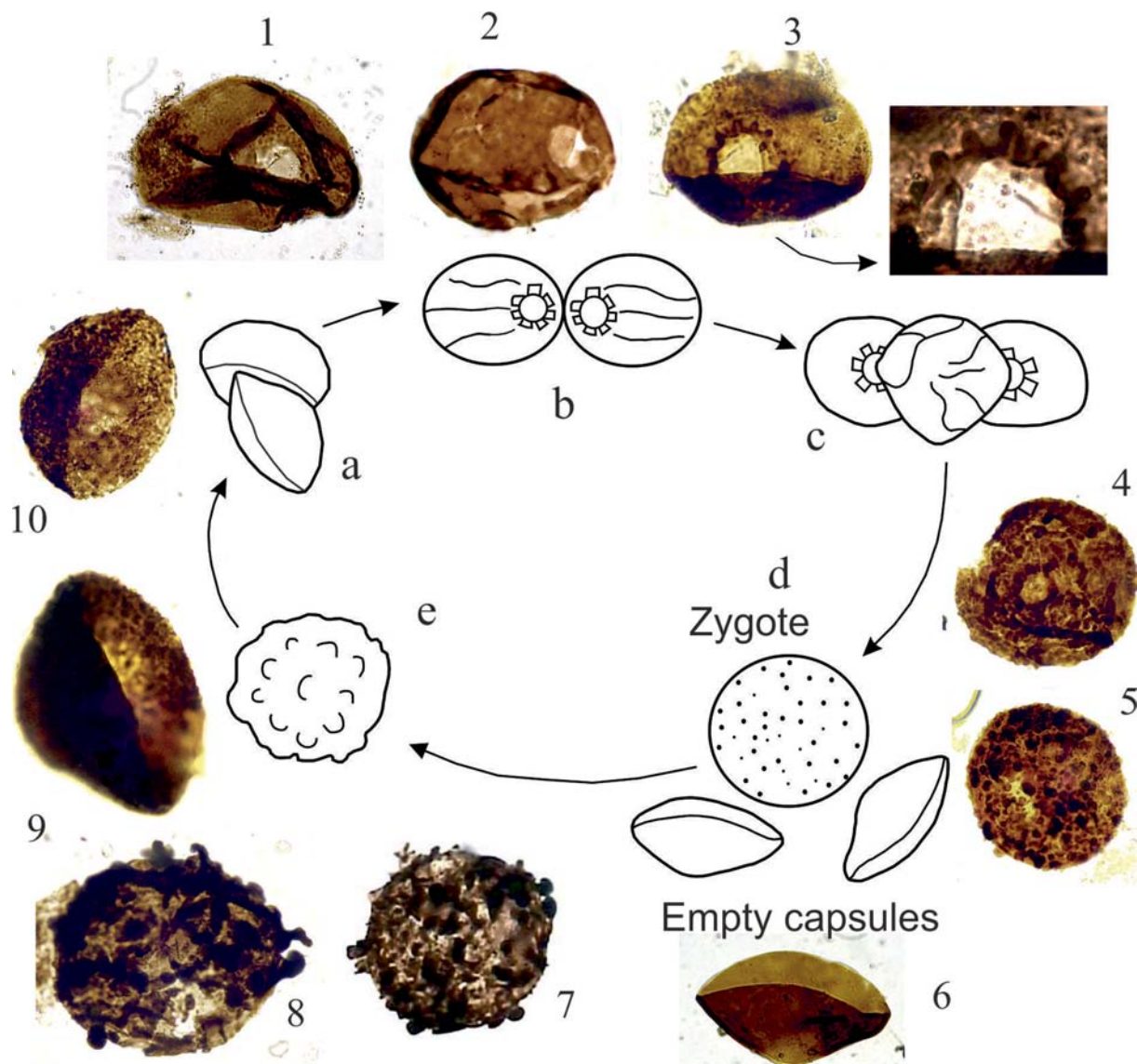


Рис. 6. Схема конъюгации десмидиевых зеленых водорослей и морфологический ряд акритарх дебенгдинской свиты, соответствующий этой схеме

Основные стадии развития: а — стадия сближения; б — формирование копуляционного канала; в — слияние содержимого клеток; г — формирование зиготы; д — утолщение и орнаментация оболочки зиготы. **Формы акритарх:** фиг. 1, 2 — *Leiosphaeridia kulgunica* Jank.; фиг. 3 — *Leiosphaeridia* (?) *kulgunica* Jank.; фиг. 4, 5, 7, 8 — *Lophosphaeridium insuetum* Stan.; фиг. 6 — *Scaphyta eniseica* Tim.; фиг. 9, 10 — *Scaphyta* sp. (ad lib. *Lophosphaeridium* sp.). Размеры акритарх от 70 до 95 мкм.

Fig. 6. Conjugation scheme of green algae of the order Desmiales and morphological row of Debengda Formation acritarch corresponding this scheme

The main stages of evolution: a — convergence stage; б — formation of copulation canal; в — cells interfluence; г — forming of a zygote; д — the capsule of zygote becomes thicker and acquires ornamentation. **Acritarchs:** fig. 1, 2 — *Leiosphaeridia kulgunica* Jank.; fig. 3 — *Leiosphaeridia* (?) *kulgunica* Jank.; fig. 4, 5, 7, 8 — *Lophosphaeridium insuetum* Stan.; fig. 6 — *Scaphyta eniseica* Tim.; fig. 9, 10 — *Scaphyta* sp. (ad lib. *Lophosphaeridium* sp.). Acritarch size from 70 to 95 μm .

Для современных представителей десмидиевых характерен ряд особенностей, которые отмечаются и в нашем материале (см. ниже).

Формы с бородавчатыми и разных очертаний палочковидными выростами (табл. IV, фиг. 8–10, 19–21; табл. V, фиг. 2) в первом приближении можно сравнить со спорангиями низших грибов. Вместе с тем сонахождение этих форм с акритархами, которые сравниваются с конъюгатными десмидиевыми, позволяет по ряду актуапалеонтологических сравнений предположить сродство «бородавчатых» форм с последними. И в первую очередь с развившимися зиготами десмидиевых. Зигота современных конъюгатов состоит из трех слоев. Экзоспорий — самый наружный из трех слоев оболочки зиготы часто украшен различными украшениями — зубцы, шипы или разветвленные отростки. Иногда он бывает бородавчатым, ячеистым или пунктированным. Средний слой (мезоспорий) состоит из целлюлозы, пропитанной суберином. Внутренний слой (эндоспорий) состоит из целлюлозы. При определенных условиях процесс копуляции может прерываться, и клетка окружается плотной оболочкой, предохраняющей ее от воздействия экстремальных условий. Все это в значительной мере соответствует описанным экземплярам. Тем более что в полученном нами материале присутствуют переходные формы, имеющие признаки как «лодочек», так и «бородавчатых» форм (табл. IV, фиг. 6, 19).

Многие морфологические признаки современных форм десмидиевых приобретаются или утрачиваются в течение жизни одного индивидуума или при смене способа размножения в зависимости от изменения среды. Так, в определенный период взросления особь может приобретать утолщенную оболочку, усложненную гранулами, бородавками и шипами и часто может быть пропитана гидроокислами железа, что может увеличивать плотность внешнего слоя формы. Так как внешний слой современных десмидиевых является непроницаемым, в определенных случаях образуются различно расположенные поры, назначения которых сводятся к выделению слизи, питанию и удалению продуктов жизнедеятельности. Клетки обычно прикрепляются к субстрату с помощью слизистых стебельков, служащих, в том числе, для ступенчатого передвижения. Подобные слизистые органы могут сохраняться только в редких случаях.

Для десмидиевых характерно наличие полового размножения по типу конъюгации (см. рис. 6). Зигота образуется в результате слияния безжгути-

ковых апланогамет. Предшествует слиянию образование копулирующими клетками цитоплазматических бугорков, которые растут навстречу друг другу, образуя копуляционный канал. Через некоторое время в месте канала происходит слияние протопластов, образуется зигота, отделяющаяся от пустых оболочек слившихся гамет. Пустые оболочки спаренных клеток морфологически напоминают «лодочки», благодаря чему могут быть сопоставлены с М аналогичной формы. Сонахождение «лодочек» с другими формами позволяет предположить их систематическое сродство и, отсюда, присутствие в осадке остатков разных стадий развития десмидиевых водорослей. Здесь, как и во многих случаях с водорослями, скорее всего, наблюдаются полиморфные ряды, обусловленные меняющимися условиями среды и функциональным строением форм разных стадий репродуктивного цикла [Жизнь растений..., 1977]. Известно, что при прорастании зиготы и при вегетативном делении она становится многослойной и плотной, и при этом часто образуются отклонения очертаний клеток от нормальных, когда она может приобретать разные причудливые формы.

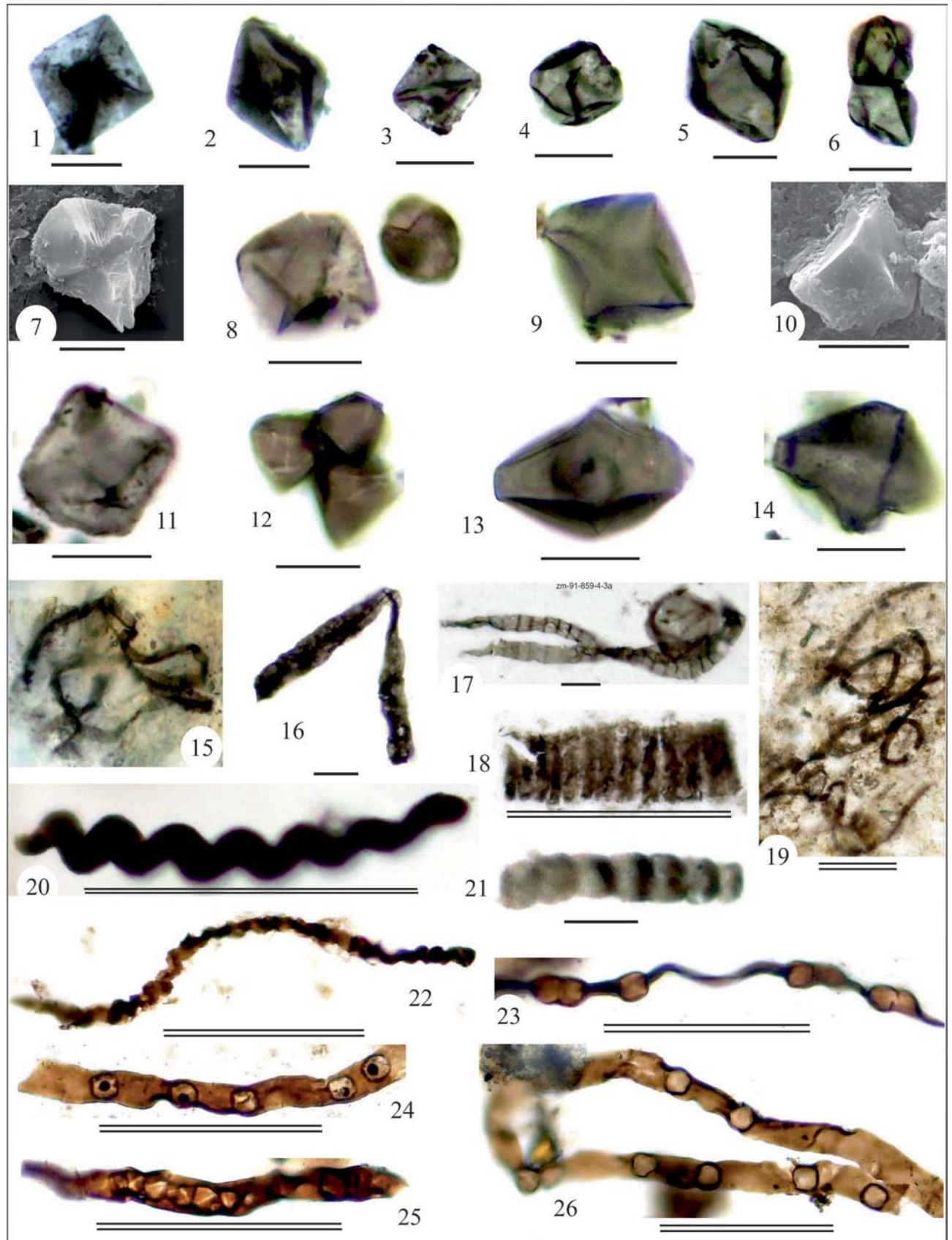
Большинство вышеописанных М было получено при растворении аргиллитов. Но перед процессом мацерации из проб были сделаны петрографические шлифы (табл. VI). В них было обнаружено практически сходное с препаратами разнообразие видов. При этом наблюдались мелкие ожелезненные М, имеющие кристаллографические очертания (табл. VI, фиг. 16–18). Не исключено, что эти формы имеют симбиотическую или раннедиагенетическую связь с минералами железа.

Палеонтологические таблицы Plates

Материал хранится в Институте земной коры Сибирского отделения Российской Академии наук в г. Иркутске. Источники изображений: биологические препараты (преп.), петрографические шлифы (шл.), сканирующие электронные микроскопы (СК). Размерные линейки: одинарная — 10 мкм, двойная — 50 мкм, тройная — 100 мкм.

The material is housed in the Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of the RAS (Irkutsk). Origins of the images: biological preparations (prep.), petrographic thin-sections (ths.), scanning electron microscopes (СК). Scale sizes: line — 10 μm , double-line — 50 μm , threefold-line — 100 μm .

Таблица (Plate) I



Объяснение Таблицы I

Фиг. 1–3, 5, 6, 8, 9, 11, 13. *Octoedrixium truncatum* Rudavskaja. Фиг. 1 — преп. № 34-1-19; фиг. 2 — преп. № 34-1-10; фиг. 3 — преп. № 448-1-21a; фиг. 5 — преп. № 448-1-5a; фиг. 6 — преп. № 448-1-1; фиг. 8 — преп. № 882-3-2a; фиг. 9 — преп. № 882-3-3; фиг. 11 — преп. № 872-1-13 (A5); фиг. 13 — преп. № 881-3-2 (A7).

Фиг. 4. *Octoedrixium neftelenicum* (Rudavskaja). Преп. № 448-2/5b.

Фиг. 7, 10, 12, 14. *Octoedrixium* div. sp. Фиг. 7 — № 119-3-L15 (СК); фиг. 10 — № 119-3-L17 (СК); фиг. 12 — преп. № 882-6-7; фиг. 14 — преп. № 870-3-7 (A-1).

Фиг. 15, 16, 19. Осцилляториевые трихомы. Фиг. 15 — шл. № 9-1-5a; фиг. 16 — преп. № 872-7-2; фиг. 19 — шл. № 11-1-1a.

Фиг. 17. *Tortunema* div. sp. Преп. № 859-4-3a.

Фиг. 18. *Calyptothrix deminata* Jankauskas. Преп. № 866-4-9.

Фиг. 20. *Heliconema turukhanica* Hermann. Преп. № 863-4-17.

Фиг. 21. *Arctacellularia* sp. Преп. № 865-7-19a.

Фиг. 22. *Heliconema* sp. Преп. № 893-3-17-1.

Фиг. 23–26. Нити гормогониевых цианофитов. Преп. № 891 (2, 3).

Байкальская складчатая область (БСО): фиг. 1 — р. Вача, аунакитская свита; фиг. 2, 3 — р. Бодайбинка, илигирская свита; фиг. 4–6 — р. Ондоко, ондокская свита; фиг. 7, 10 — р. Бирюса, удинская свита. **Южный Урал (ЮУ):** фиг. 8, 9, 12–14 — р. Реветь, авзыанская свита; фиг. 11 — р. Бол. Авзыан, авзыанская свита; фиг. 15 — р. Мал. Инзер, зильмердакская свита; фиг. 16 — р. Мал. Авзыан, авзыанская свита; фиг. 18–22 — р. Бол. Шишеньяк, инзерская свита; фиг. 17 — р. Шура, зильмердакская свита; фиг. 23–26 — р. Басу, укская свита.

Explanation of Plate I

Fig. 1–3, 5, 6, 8, 9, 11, 13. *Octoedrixium truncatum* Rudavskaja. 1 — prep. No. 34-1-19; 2 — prep. No. 34-1-10; 3 — prep. No. 448-1-21a; 5 — prep. No. 448-1-5a; 6 — prep. No. 448-1-1; 8 — prep. No. 882-3-2a; 9 — prep. No. 882-3-3 (A7); 11 — prep. No. 872-1-13 (A5); 13 — prep. No. 881-3-2 (A7).

Fig. 4. *Octoedrixium neftelenicum* (Rudavskaja). prep. No. 448-2/5b.

Fig. 7, 10, 12, 14. *Octoedrixium* div. sp. 7 — No. 119-3-L15 (CK); 10 — No. 119-3-L17 (CK); 12 — prep. No. 882-6-7 (A7); 14 — prep. No. 870-3-7 (A-1).

Fig. 15, 16, 19. Oscillatoriales thallomes. 15 — ths. No. 9-1-5a; 16 — prep. No. 872-7-2 (A5); 19 — ths. No. 11-1-1a.

Fig. 17. *Tortunema* div. sp. Prep. No. 859-4-3a (A9).

Fig. 18. *Calyptothrix deminata* Jankauskas. Prep. No. 866-4-9 (A11).

Fig. 20. *Heliconema turukhanica* Hermann. Prep. No. 863-4-17 (A11).

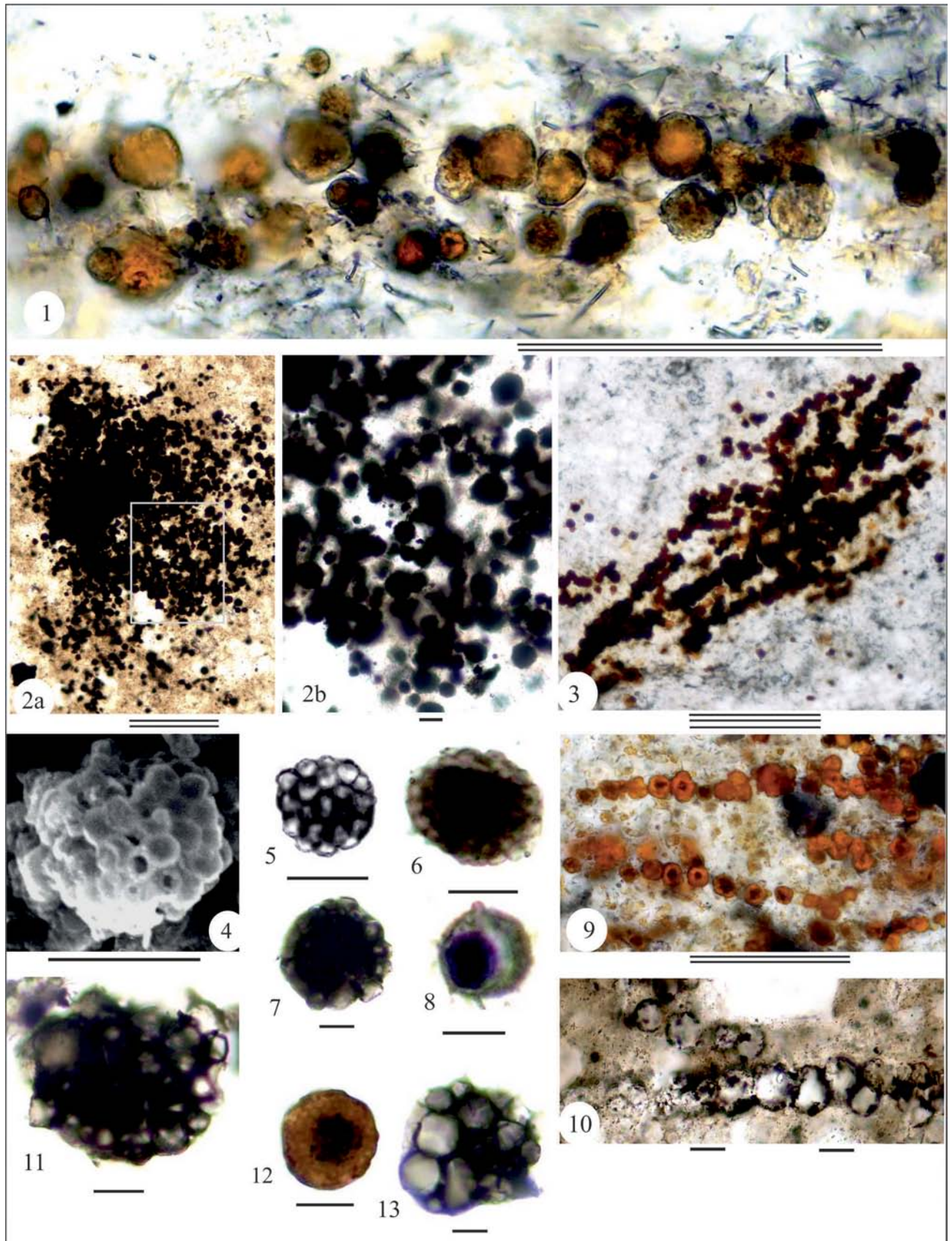
Fig. 21. *Arctacellularia* sp. Prep. No. 865-7-19a (A11).

Fig. 22. *Heliconema* sp. Prep. № 893-3-17-1 (A11).

Fig. 23, 24, 25, 26. Filaments of Hormogoniales cyanophytes. Prep. 891 (2, 3) (A10).

Baikal folded area (BFA): 1 — Vacha River, Aunakit Formation; 2, 3 — Bodaibinka River, Iligir Formation; 4–6 — Ondoko River, Ondoko Formation; 7, 10 — Birusa River, Udinsk Formation. **South Ural (SU):** 8, 9, 12–14 — Revet' River, Avzyan Formation; 11 — Bol. Avzyan River, Avzyan Formation; 15 — Mal. Inzer River, Zilmerdak Formation; 16 — Mal. Avzyan River, Avzyan Formation; 18–22 — Bol. Shishenyak River, Inzer Formation; 17 — Shura River, Zilmerdak Formation; 23–26 — Basu River, Uk Formation.

Таблица (Plate) II



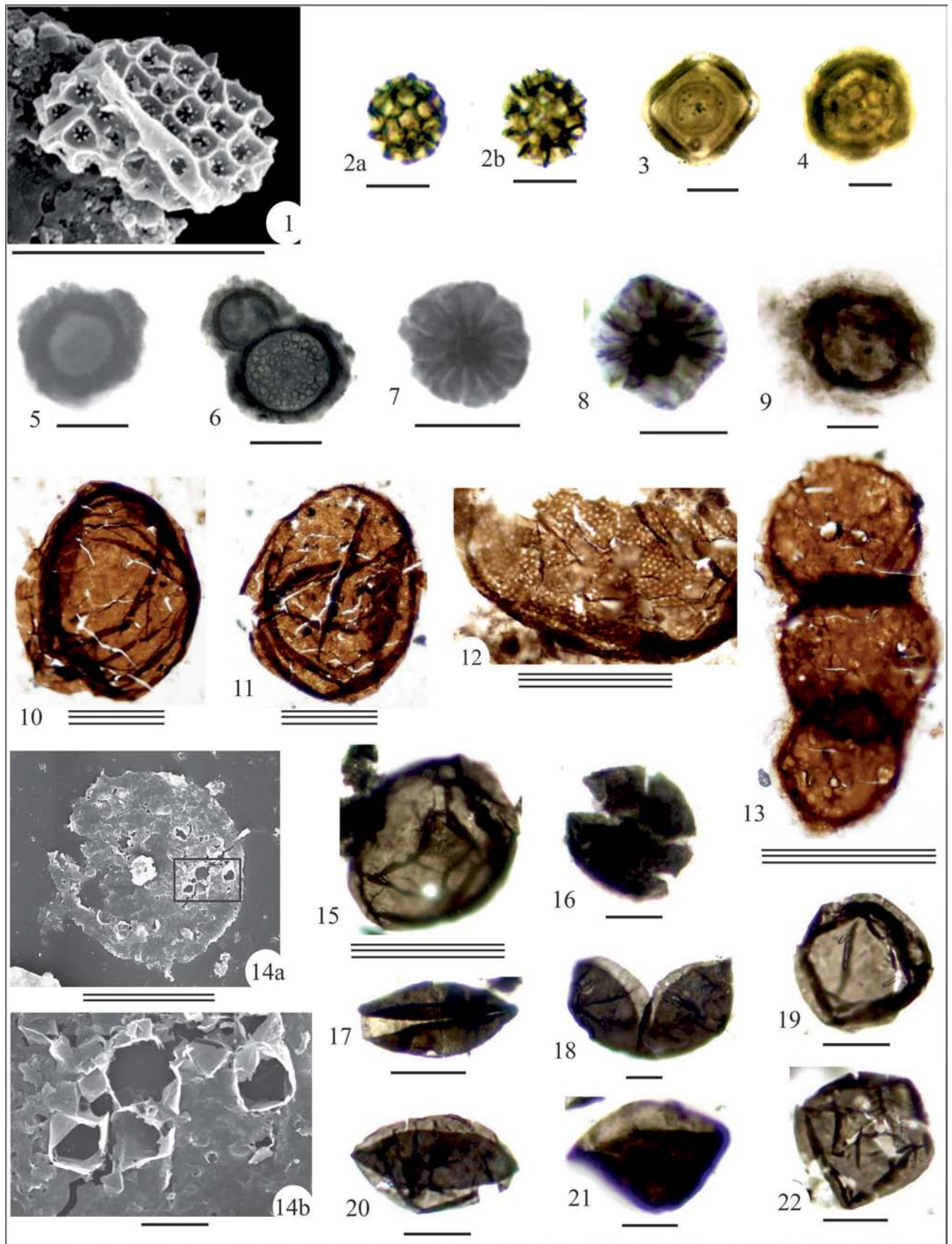
Объяснение Таблицы II

- Фиг. 1.** Слоек, образованный формами (*Bavlinella* div. sp., *Margominuscula* sp., *Nucellosphaera* div. sp., *Protosphaeridium* div. sp., *Pterospermopsimorpha* (?) div. sp. и др.). Шл. № 692/6-4d.
- Фиг. 2.** Скопления и цепочки бактериальных форм в алевроаргиллитах. Шл. № 7132-19.
- Фиг. 3, 9, 10.** Скопления и цепочки бактериальных форм в алевроаргиллитах. Фиг. 3 — шл. № 6-9-1b; фиг. 9 — шл. № 6-9-2f; фиг. 10 — шл. № 6-9-3k.
- Фиг. 4–7.** *Bavlinella variabilis* (Moorman) emend. Stanevich. Фиг. 4 — № 887 (СК); фиг. 5 — преп. № 99-2/7; фиг. 6 — преп. № 119-115c; фиг. 7 — преп. № 870-8-1 (А-1).
- Фиг. 8.** *Pterospermopsimorpha salebrova* (Pychova). Шл. 6-9-1e.
- Фиг. 11.** *Symplassosphaeridium* sp. Преп. № 87–8–1.
- Фиг. 12.** *Bavlinella faveolata* Schepeleva. Преп. № 891-2-25-1 (А-10).
- Фиг. 13.** *Symplassosphaeridium undosum* Jankauskas. Преп. № 870-4-12.
- БСО:** 1, 5 — р. Жуя, валюхтинская свита; 2 — р. Бол. Чуя, валюхтинская свита; 4 — р. Бол. Якорь, якорная свита; 6 — р. Келяна, усть-келянская свита. **ЮУ:** 3, 7–11 — р. Бол. Авзян, авзянская свита; 12 — р. Басу, укская свита; 13 — р. Мал. Инзер, авзянская свита.

Explanation of Plate II

- Fig. 1.** Layer formed by the forms (*Bavlinella* div. sp., *Margominuscula* sp., *Nucellosphaera* div. sp., *Protosphaeridium* div. sp., *Pterospermopsimorpha* (?) div. sp. et al.). Ths. No. 692/6-4d.
- Fig. 2.** Accumulations and chains of the bacteria in aleurite-argillites. Ths. No. 7132-19.
- Fig. 3, 9, 10.** Accumulations and chains of the bacteria in aleurite-argillites. 3 — ths. No. 6-9-1b; 9 — ths. No. 6-9-2f; 10 — ths. No. 6-9-3k.
- Fig. 4, 5, 6, 7.** *Bavlinella variabilis* (Moorman), emend. Stanevich. 4 — No. 887 (СК); 5 — prep. No. 99-2/7; 6 — prep. No. 119-115c; 7 — prep. No. 870-8-1 (A-1).
- Fig. 8.** *Pterospermopsimorpha salebrova* (Pychova). Ths. No. 6-9-1e.
- Fig. 11.** *Symplassosphaeridium* sp. Prep. No. 87–8–1.
- Fig. 12.** *Bavlinella faveolata* Schepeleva. Prep. No. 891-2-25-1 (A-10).
- Fig. 13.** *Symplassosphaeridium undosum* Jankauskas. Prep. No. 870-4-12.
- BFA:** 1, 5 — Zhuya River, Valyukhta Formation; 2 — Bol. Chuya River, Valyukhta Formation; 4 — Bol. Yakor' River, Yakor Formation; 6 — Kelyana River, Ust'kelyana Formation. **SU:** 3, 7–11 — Avzyan River, Avzyan Formation; 12 — Basu River, Uk Formation; 13 — Mal. Inzer River, Avzyan Formation.

Таблица (Plate) III



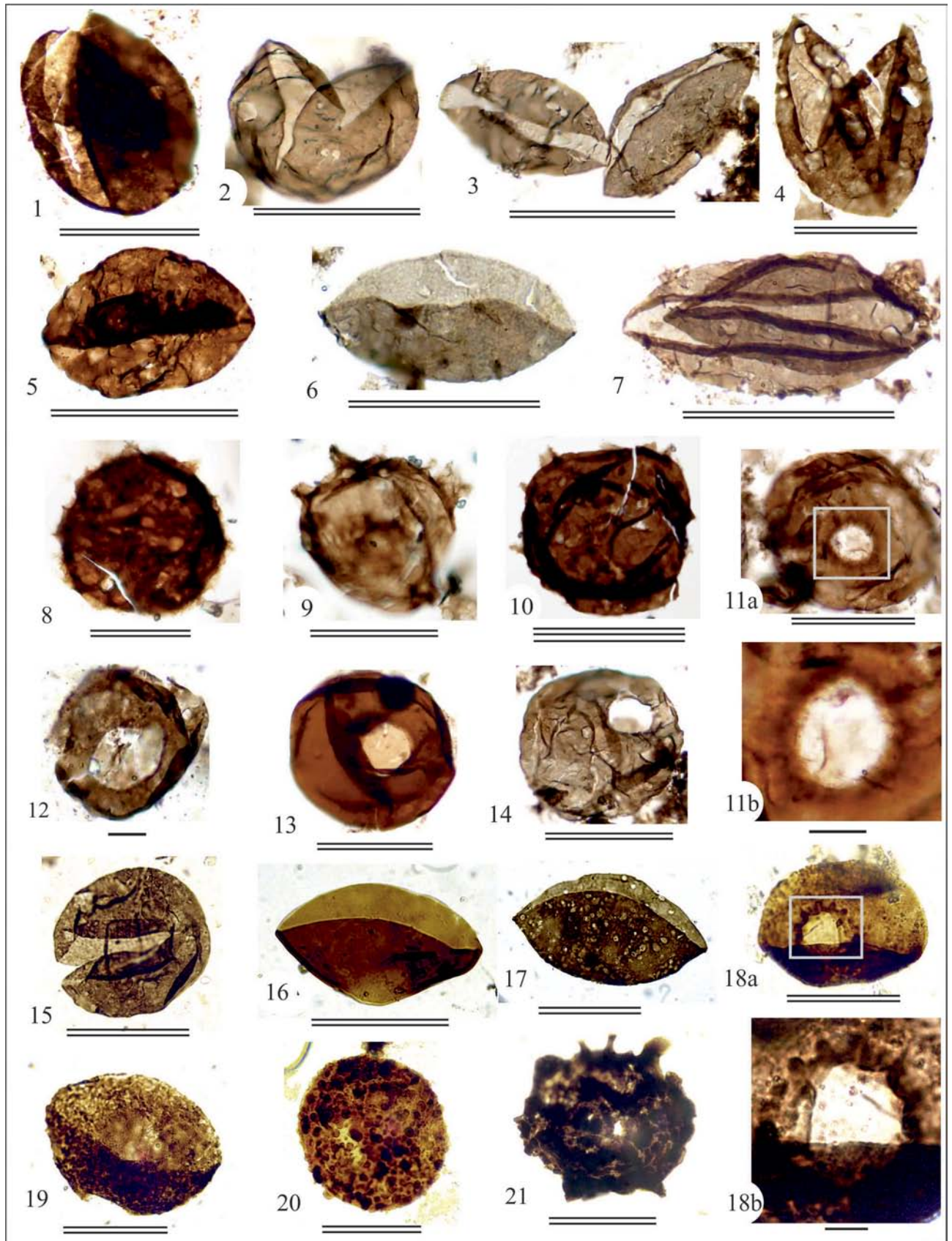
Объяснение Таблицы III

- Фиг. 1, 2. *Dictyotidium minor* Stanevich. Фиг. 1 — № 386 (СК), форма с выростами клеточной оболочки; фиг. 2 — голотип, преп. № 386-1/7.
- Фиг. 3. *Centrum quadratum* Stanevich. Голотип, преп. № 389-1/14.
- Фиг. 4. *Tchuja granosa* Stanevich. Голотип, преп. № 388-2/2.
- Фиг. 5. *Bailikania foveolata* Trestshetenkova. Преп. № 377-2/11.
- Фиг. 6. *Retiforma tolparica* Mikhailova. Преп. № 476-4/2.
- Фиг. 7. *Paracrassosphaera actinomorpha* Trestshetenkova. Голотип, преп. № 377-2/8.
- Фиг. 8. *Radiata costata* Stanevich. Преп. № 882-4-5 (А-7).
- Фиг. 9. *Retiforma tolparica* Mikhailova. Преп. № 855-2а-3 (А-4).
- Фиг. 10, 11. *Leiosphaeridi jacutica* (Timofeev) Mikhailova. Преп. №№ 861-2-2, 861-6-13а (А-11-2).
- Фиг. 12. *Tasmanites cf ripheicus* Jankauskas. Преп. № 893-5-10а.
- Фиг. 13. *Simia annulare* (Timofeev) Mikhailova. Преп. № 863-6-9 (А-11-4).
- Фиг. 14. *Leiosphaeridia* div. sp. № 130/6-L01, L02 (СК), а — фрагмент формы со следами прорастания кристаллов пирита (?).
- Фиг. 15. *Leiosphaeridia atava* (Naumova) Jankauskas. Преп. № 872-1-8 (А-5-2).
- Фиг. 16. *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev) Mikhailova et Jankauskas. Преп. № 888-2-9 (А-6-14).
- Фиг. 17, 18, 20, 21. *Leiosphaeridia bicrura* Jankauskas. Фиг. 17 — преп. № 882-3-11 (А-7), фиг. 18 — преп. № 872-10-7 (А-5), фиг. 20 — преп. № 882-1-7-2 (А-7-4), фиг. 21 — преп. № 882-8-10 (А-7-4).
- Фиг. 19, 22. *Leiosphaeridia crassa* (Naumova) Jankauskas. Преп. №№ 884-2-1,2 (А-7-6).
- БСО: фиг. 1–4 — р. Бол. Чуя, ченчинская свита; фиг. 5–7 — р. Голоустная, ушаковская свита; фиг. 14 — р. Бирюса, ипситская свита. ЮУ: фиг. 8, 17, 19–22 — р. Реветь, авзянская свита, фиг. 9 — р. Мал. Инзер, зильмердакская свита, фиг. 10–13 — р. Бол. Шишеняк, инзерская свита, фиг. 15 — р. Мал. Инзер, авзянская свита, фиг. 16, 18 — р. Бол. Авзян, авзянская свита.

Explanation of Plate III

- Fig. 1, 2. *Dictyotidium minor* Stanevich. 1 — No. 386 (СК), form with internal kips of cellular shell; 2 — holotype, prep. No. 386-1/7.
- Fig. 3. *Centrum quadratum* Stanevich. Holotype, prep. No. 389-1/14.
- Fig. 4. *Tchuja granosa* Stanevich. Holotype, prep. No. 388-2/2.
- Fig. 5. *Bailikania foveolata* Trestshetenkova. Prep. No. 377-2/11.
- Fig. 6. *Retiforma tolparica* Mikhailova. Prep. No. 476-4/2.
- Fig. 7. *Paracrassosphaera actinomorpha* Trestshetenkova. Holotype, prep. No. 377-2/8.
- Fig. 8. *Radiata costata* Stanevich. Prep. No. 882-4-5 (А-7).
- Fig. 9. *Retiforma tolparica* Mikhailova. Prep. No. 855-2а-3 (А-4).
- Fig. 10, 11. *Leiosphaeridi jacutica* (Timofeev), emend. Mikhailova. Prep. No.No. 861-2-2, 861-6-13а (А-11-2).
- Fig. 12. *Tasmanites cf ripheicus* Jank. Prep. No. 893-5-10а.
- Fig. 13. *Simia annulare* (Timofeev) Mikhailova. Prep. No. 863-6-9 (А-11-4).
- Fig. 14. *Leiosphaeridia* div. sp. No. 130/6-L01, L02 (СК), а — fragment of the form with traces of pyrite (?) intergrowth.
- Fig. 15. *Leiosphaeridia atava* (Naumova) Jankauskas. Prep. No. 872-1-8 (А-5-2).
- Fig. 16. *Leiosphaeridia ternata* (Timofeev) Mikhailova et Jankauskas. Prep. No. 888-2-9 (А-6-14).
- Fig. 17, 18, 20, 21. *Leiosphaeridia bicrura* Jankauskas. 17 — prep. No. 882-3-11 (А-7), 18 — prep. No. 872-10-7 (А-5), 20 — prep. No. 882-1-7-2 (А-7-4), 21 — prep. No. 882-8-10 (А-7-4).
- Fig. 19, 22. *Leiosphaeridia crassa* (Naumova). Prep. No.No. 884-2-1,2 (А-7-6).
- BFA: 1–4 — Bol. Chuya River, Chench Formation; 5–7 — Goloustnaya River, Ushakovskaya Formation; 14 — Biryusa River, Ipsit Formation. SU: 8, 17, 19–22 — Revet' River, Avzyan Formation; 9 — Mal. Inzer River, Zilmerdak Formation; 10–13 — Bol. Shishenyak River, Inzer Formation; 15 — Mal. Inzer, Avzyan Formation; 16, 18 — Bol. Avzyan River, Avzyan Formation.

Таблица (Plate) IV



Объяснение Таблицы IV

Фиг. 1–7, 15–17. *Leiosphaeridia bicrura* Jankauskas. Фиг. 1, 4 — преп. № 893-12-1 (А-11-5), фиг. 2 — преп. № 893-2-1 (А-11-5), фиг. 3 — преп. № 940-1-16 (1210-5), фиг. 5 — преп. № 891-2-1 (А-10-3), фиг. 6 — преп. № 937-4-8-3 (1210-1), фиг. 7 — преп. № 940-3-12-1а (1210-5), фиг. 15 — преп. № 755-В9, фиг. 16 — преп. № 745-А5, фиг. 17 — преп. № 744-В11.

Фиг. 8, 20, 21. *Lophosphaeridium insuetum* Stanevich. Фиг. 8 — преп. № 863-4-13с (А-11-4), фиг. 20 — преп. № 753-В4b, фиг. 21 — преп. № 756-В19а.

Фиг. 9, 10. *Trachyhystrichosphaera* sp. Преп. №№ 865-16-6а, 865-12-4 (А-11-7).

Фиг. 11–14, 18. *Leiosphaeridia kulgunica* Jankauskas. Фиг. 11 — преп. № 893-5-1 (А-11-5), фиг. 12 — преп. № 891-2-5-1 (А-10-3), фиг. 13 — преп. № 893-5-2 (А-11-5), фиг. 14 — преп. № 940-1-14-1 (1210-5), фиг. 18 — преп. № 751-А4б.

Фиг. 19. *Leiosphaeridia* sp. (ad lib. *Lophosphaeridium* sp.). Преп. № 748-Б17а.

ЮУ: фиг. 1–4, 6–11, 13, 14 — р. Бол. Шишеньяк, инзерская свита, фиг. 5, 12 — р. Басу, укская свита. **Анабаро-Оленекский регион (АОР):** фиг. 15, 17–21 — р. Сололи, арымаская свита, фиг. 16 — р. Очугуй-Сололи, дебенгдинская свита.

Explanation of Plate IV

Fig. 1–7, 15–17. *Leiosphaeridia bicrura* Jankauskas. 1, 4 — prep. No. 893-12-1 (A-11-5), 2 — prep. No. 893-2-1 (A-11-5), 3 — prep. No. 940-1-16 (1210-5), 5 — prep. No. 891-2-1 (A-10-3), 6 — prep. No. 937-4-8-3 (1210-1), 7 — prep. No. 940-3-12-1a (1210-5), 15 — prep. No. 755-B9, 16 — prep. No. 745-A5, 17 — prep. No. 744-B11.

Fig. 8, 20, 21. *Lophosphaeridium insuetum* Stanevich. 8 — prep. No. 863-4-13c (A-11-4), 20 — prep. No. 753-V4b, 21 — prep. No. 756-V19a.

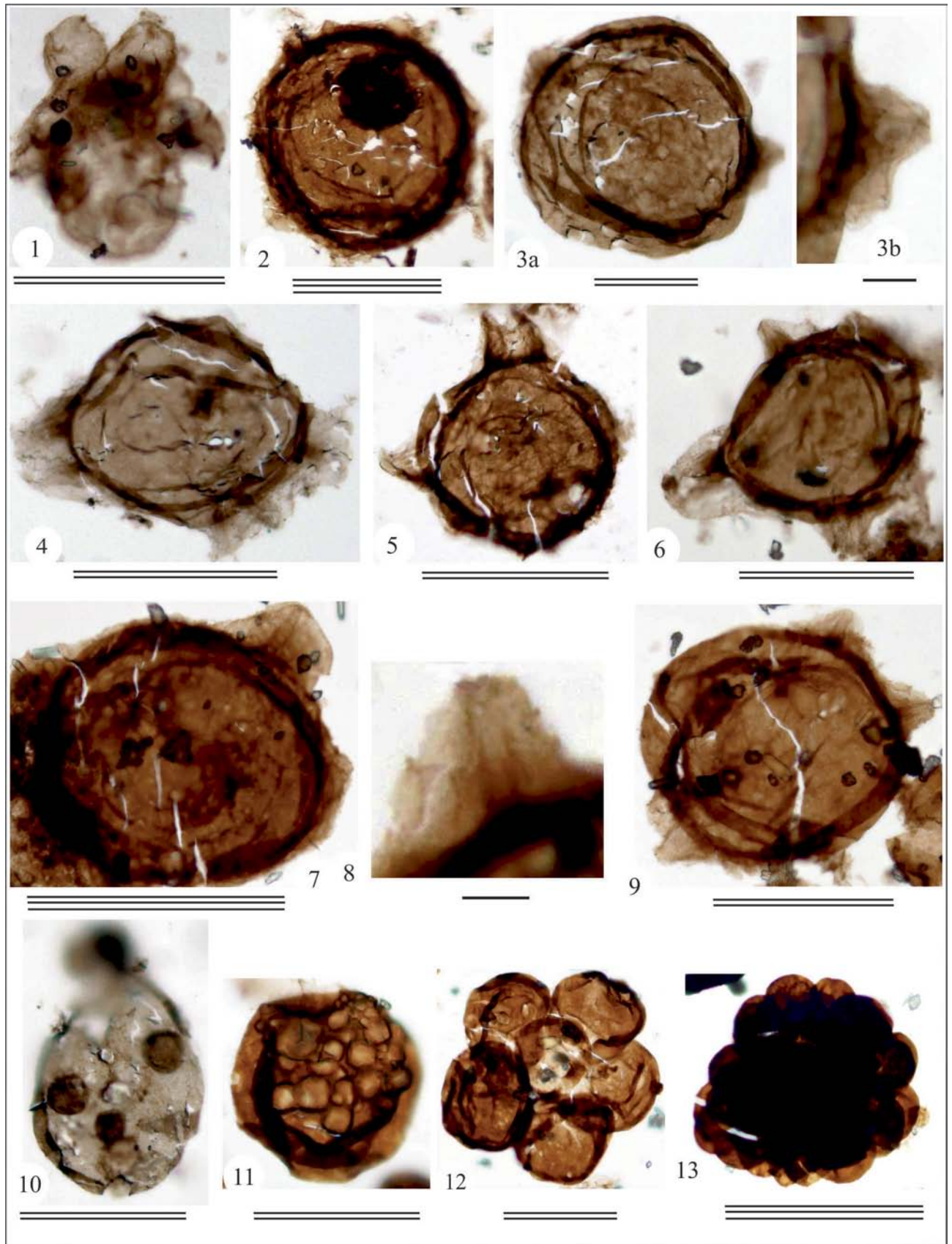
Fig. 9, 10. *Trachyhystrichosphaera* sp. Prep. No.No. 865-16-6a, 865-12-4 (A-11-7).

Fig. 11–14, 18. *Leiosphaeridia kulgunica* Jankauskas. 11 — prep. No. 893-5-1 (A-11-5), 12 — prep. No. 891-2-5-1 (A-10-3), 13 — prep. No. 893-5-2 (A-11-5), 14 — prep. No. 940-1-14-1 (1210-5), 18 — prep. No. 751-A4b.

Fig. 19. *Leiosphaeridia* sp. (ad lib. *Lophosphaeridium* sp.). Prep. No. 748-B17a.

SU: 1–4, 6–11, 13, 14 — Bol. Shishenyak River, Inzer Formation; 5, 12 — Basu River, Uk Formation. **Anabar-Olenec area (AOA):** 15, 17–21 — Sololi River, Arymas Formation; 16 — Ochugui-Sololi River, Debengda Formation.

Таблица (Plate) V



Объяснение Таблицы V

Фиг. 1, 3–9. *Germinosphaera* aff. *Jankauskasii* Butterfield. Фиг. 1 — преп. № 861-5-2b (A-11-2), фиг. 3 — преп. № 863-5-2 (A-11-4), фиг. 4 — преп. № 863-2-2 (A-11-4), фиг. 5 — преп. № 866-3-2a (A-11-8), фиг. 6 — преп. № 865-10-10 (A-11-7), фиг. 7 — преп. № 865-6-21 (A-11-7), фиг. 8 — преп. № 865-4-9d (A-11-7), фиг. 9 — преп. № 865-4-9b (A-11-7).

Фиг. 2. *Trachyhystrichosphaera aimika* Hermann. Преп. № 863-8-11a (A-11-4).

Фиг. 10. *Incertae Sedis*. Преп. № 861-3a-7 (A-11-2).

Фиг. 11. *Leiosphaeridia* sp. (ad lib. *Symplassosphaeridium* sp.). Преп. № 863-8-4 (A-11-4).

Фиг. 12, 13. *Symplassosphaeridium* div sp. Преп. №№ 865-1-2, 865-10-2 (A-11-7).

ЮУ: фиг. 1–13 — р. Бол. Шишеняк, инзерская свита.

Explanation of Plate V

Fig. 1, 3–9. *Germinosphaera* aff. *Jankauskasii* Butterfield. 1 — prep. No. 861-5-2b (A-11-2), 3 — prep. No. 863-5-2 (A-11-4), 4 — prep. No. 863-2-2 (A-11-4), 5 — prep. No. 866-3-2a (A-11-8), 6 — prep. No. 865-10-10 (A-11-7), 7 — prep. No. 865-6-21 (A-11-7), 8 — prep. No. 865-4-9d (A-11-7), 9 — prep. No. 865-4-9b (A-11-7).

Fig. 2. *Trachyhystrichosphaera aimika* Hermann. Prep. No. 863-8-11a (A-11-4).

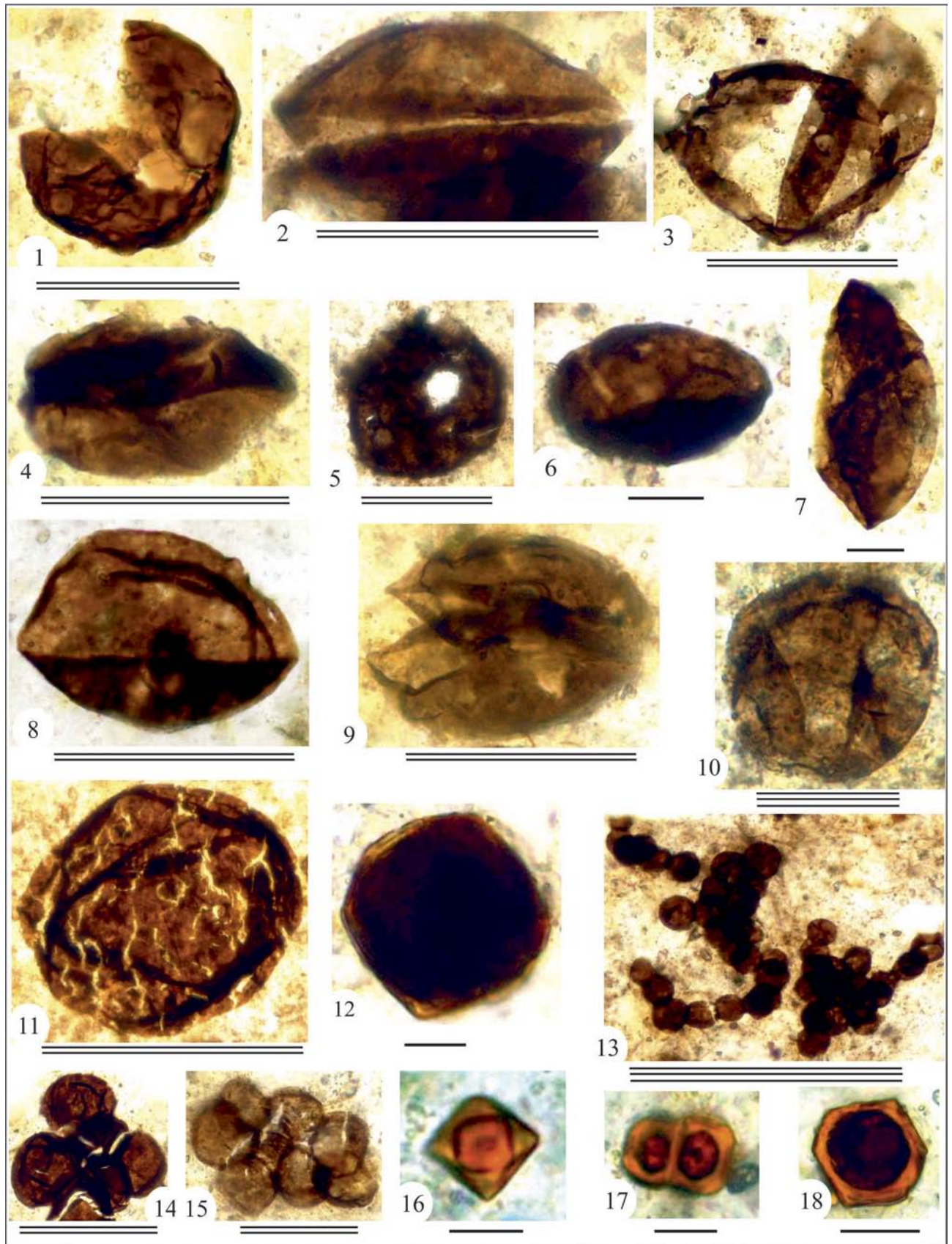
Fig. 10. *Incertae Sedis*. Prep. No. 861-3a-7 (A-11-2).

Fig. 11. *Leiosphaeridia* sp. (ad lib. *Symplassosphaeridium* sp.). Prep. No. 863-8-4 (A-11-4).

Fig. 12, 13. *Symplassosphaeridium* div sp. Prep. No.No. 865-1-2, 865-10-2 (A-11-7).

SU: 1–13 — Bol. Shishenyak River, Inzer Formation.

Таблица (Plate) VI



Объяснение Таблицы VI

Формы микрофоссилий в шлифах алевроаргиллитов.

Фиг. 1–4, 6–9. *Leiosphaeridia bicrura* Jankauskas. Фиг. 1 — шл. № 1210-2d-6-2b, фиг. 2 — шл. № 1210-2e-1-2, фиг. 3 — шл. № 1210-1b-13, фиг. 4 — шл. № 1210-1d-4a. Фиг. 6 — шл. № 1210-1a-3-1a, фиг. 7 — шл. № 1210-b-1-4b, фиг. 8 — шл. № 11-1-6a, фиг. 9 — шл. № 1210-2c-5.

Фиг. 5. *Leiosphaeridia kulgunica* Jankauskas. Преп. № 893-5-1.

Фиг. 10. *Leiosphaeridia* div. sp. Шл. № 1210-2b-3-2e.

Фиг. 11. *Leiosphaeridia* cf. *crassa* (Naumova) Jankauskas. Шл. № 1210-2d-2-2.

Фиг. 12. *Pterospermopsimorpha* sp. Шл. № 1210-2c-1-4.

Фиг. 13. Скопления и цепочки бактериальных форм в алевроаргиллитах. Шл. № 1210-1-c9-с.

Фиг. 14, 15. *Synsphaeridium* Eisenack. Шл. №№ 1210-1b-12 (1a-b-2).

Фиг. 16, 18. *Octoedrixium* (?) sp. Железосодержащие (красные) бактериальные образования в алевроаргиллитах. Шл. № 1210-2b-3-2 (1-c9-с).

Фиг. 17. Деление (?) железосодержащей (красная) бактериальной клетки. Шл. № 1210-1-c9-g.

ЮУ: фиг. 1–18 — р. Бол. Шишеняк, инзерская свита.

Explanation of Plate VI

Microfossils in thin-section of aleurite-argillites.

Fig. 1–4, 6–9. *Leiosphaeridia bicrura* Jankauskas. 1 — ths. No. 1210-2d-6-2b, 2 — ths. No. 1210-2e-1-2, 3 — ths. No. 1210-1b-13, 4 — ths. No. 1210-1d-4a. 6 — ths. 1210-1a-3-1a, 7 — ths. No. 1210-b-1-4b, 8 — ths. No. 11-1-6a, 9 — ths. No. 1210-2c-5.

Fig. 5. *Leiosphaeridia kulgunica* Jankauskas. Prep. No. 893-5-1.

Fig. 10. *Leiosphaeridia* div. sp. Ths. No. 1210-2b-3-2e.

Fig. 11. *Leiosphaeridia* cf. *crassa* (Naumova) Jankauskas. Ths. No. 1210-2d-2-2.

Fig. 12. *Pterospermopsimorpha* sp. Ths. No. 1210-2c-1-4.

Fig. 13. Accumulations and chains of the bacteria in aleurite-argillites. Ths. No. 1210-1-c9-с.

Fig. 14, 15. *Synsphaeridium* Eisenack. Ths. No.No. 1210-1b-12 (1a-b-2).

Fig. 16, 18. *Octoedrixium* (?) sp. Iron-bearing (red) bacterial forms in aleurite-argillites. Ths. No. 1210-2b-3-2 (1-c9-с).

Fig. 17. Fission (?) iron-bearing (red) bacterial form. Ths. No. 1210-1-c9-g.

SU: 1–8 — Bol. Shishenyak River, Inzer Formation.

Заключение

Несмотря на дискуссионность части вышеприведенных актуалепалеонтологических сравнений, обнаруженные органостенные М представляют собой остатки различных биологических групп. Видно, что многие формы акритарх по разным признакам можно относить к разным родовым таксонам. Поэтому в таких случаях предлагается пользоваться межродовым таксоном. Его применение не противоречит Международному Кодексу ботанической номенклатуры и повышает объективность будущих палеобиологических интерпретаций таксонов акритарх. Ввиду значительной изученности, отнесение трихом и части спиральных форм к цианобактериальному сообществу практически не вызывает сомнений. Более спорным выглядит параллелизация акритарх разных родов с зелеными водорослями порядка десмидиевых. Набор наблюдаемых признаков и их вероятное функциональное назначение, наличие переходных морфотипов между акритархами разных родов, а также отсутствие таких переходов между этой группой и другими акритархами позволяют говорить о предложенном варианте интерпретации как о наиболее вероятном. В отличие от форм цианобактериального сообщества, акритархи, как относимые к зеленым водорослям, так и совместно с крупными слоевищами сопоставляемые с бурями водорослями, скорее всего, заселяли преимущественно мелководные участки силикокластического осадконакопления. Они вели бентосный и факультативно бентосный образ жизни.

Учитывая имеющуюся тенденцию удреждения возрастных оценок сложных морфотипов, а также современный взгляд на время появления основных типов эукариотных организмов в докембрии, можно сделать вывод о преждевременности применения многих известных форм докембрийских акритарх для целей прямого определения возраста отложений без учета всей совокупности геологических и геохронологических данных. Данная проблема по мере накопления фактического материала может решаться комплексно, с использованием палеоэкологических, тафономических, актуалистических методов (палеобиологических реконструкций) для обособления филогенетических групп и последующего установления в их пределах эволюционных морфологических изменений. Авторы статьи надеются, что основой выделения групп родственных организмов могут стать и интерпретационные подходы, продемонстрированные в данной статье.

Последующие находки сходных ассоциаций форм на других стратиграфических уровнях и построение аналогичных морфологических рядов могут дать возможность сравнения и установления возрастных изменений в ассоциации форм, относимых к одной биологической группе. Не исключено, что такие сравнения могут показать ту или иную степень ошибочности сделанных выше заключений.

Исследования проведены в соответствии с планами НИР ИГ УФИЦ РАН (тема гос. задания № 0252-2014-0002) и ИЗК СО РАН (проект ИСГЗ ФАНО — 0346-2016-0003).

Список литературы:

- Ахмедов А.Б., Белова М.Ю., Крупеник В.А., Сидорова И.Н. Микрофоссилии грибной природы из черных сланцев палеопротерозоя Печенгского комплекса (Кольский полуостров) // Докл. РАН. — 2000. — Т. 372, № 5. — С. 646–649.
- Бурзин М.Б. *Tynnina* Burzin, gen. nov. Новый порядок вендских колониальных коккоидных органикостенных микрофоссилий // Палеонтол. Журнал. — 1997. — № 2. — С. 20–28.
- Вейс А.Ф., Петров П.Ю. Главные особенности фациально-экологического распределения микрофоссилий в рифейских бассейнах Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция. — 1994. — Т. 2, № 5. — С. 97–129.
- Вейс А.Ф., Козлова Е.В., Воробьева Н.Г. Органостенные микрофоссилии типового разреза рифея (Южный Урал) // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1990. — № 9. — С. 20–36.
- Вейс А.Ф., Петров П.Ю., Воробьева Н.Г. Мироедихинская микробиота верхнего рифея Сибири. Сообщение 2. Интерпретация в терминах биотической палеосукцессии // Стратиграфия. Геол. корреляция. — 1999. — Т. 7, № 1. — С. 18–40.
- Вейс А.Ф., Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Воробьева Н.Г. Микрофоссилии типового разреза верхнего рифея (каратавская серия Южного Урала) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. — 2003. — Т. 11, № 6. — С. 20–45.
- Водоросли: Справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк, Г.М. Паламарь-Мордвинцева, З.И. Ветрова, Е.Л. Кордюм, Н.А. Мошкова, Л.П. Приходькова, О.В. Коваленко, В.В. Ступина, П.М. Царенко, В.П. Юнгер, М.И. Радченко, О.Н. Виноградова, Л.Н. Бухтиярова, Л.Ф. Разумна. — Киев: Наук. Думка, 1989. — 608 с.
- Волкова Н.А. О природе и классификации микрофоссилий растительного происхождения из докембрия и нижнего палеозоя // Палеонтол. журн. — 1965. — № 5. — С. 13–26.
- Воробьева Н.Г., Сергеев В.Н., Чумаков Н.М. Новые находки ранневендских микрофоссилий в уринской свите: пересмотр возраста Патомского комплекса Средней Сибири // Докл. РАН. — 2008. — Т. 419, № 6 — С. 782–787.
- Геологическая карта Российской Федерации и сопредельной территории республики Казахстан. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист N-40(41) Уфа / Отв. ред. В.И. Козлов. — СПб: Изд-во картфабрики ВСЕГЕИ, 2002.

- Герман Т.Н. Находки грибов в рифее // Палеонтология докембрия и раннего кембрия. — Л.: Наука, 1979. — С. 129–136.
- Герман Т.Н., Подковыров В.Н. О находках рифейских диморфных организмов // Палеонтол. журн. — 2002. — № 3. — С. 3–10.
- Герман Т.Н., Подковыров В.Н. О животной природе позднерифейских Rugosoprois // Палеонтол. журн. — 2005. — № 2. — С. 8–15.
- Гниловская М.Б. Древнейшие аннелидоморфы из верхнего рифея Тимана // Докл. РАН. — 1998. — Т. 359, № 3. — С. 369–372.
- Гниловская М.Б., Ищенко А.А., Колесников Ч.М., Коренчук Л.В., Удальцов А.П. Вендотениды Восточно-Европейской платформы. — Л.: Наука, 1988. — 143 с.
- Голубкова Е.Ю., Раевская Е.Г., Кузнецов А.Б. Нижневендские комплексы микрофоссилий Восточной Сибири в решении стратиграфических проблем региона // Стратиграфия. Геол. корреляция. — 2010. — Т. 18, № 4. — С. 3–27.
- Жизнь растений. Водоросли. Лишайники / Ред. М.М. Голлербах. — М.: Просвещение, 1977 — Т. 3. — 487 с.
- Жмур С.И., Горленко В.М. Природа куонамских горючих сланцев кембрия Сибирской платформы // Литология и полезные ископаемые. — 1990. — № 3. — С. 122–126.
- Кеннетт Дж.П. Морская геология: Пер. с англ. В 2 т. — М.: Мир, 1987. — Т. 2. — 384 с.
- Кириянов В.В. К вопросу о природе некоторых раннекембрийских сфероморфных акритарх // Актуальные вопросы современной палеоальгологии. — Киев: Наукова думка, 1986. — С. 40–45.
- Козлов В.И. Верхний рифей и венд Южного Урала. — М.: Наука, 1982. — 128 с.
- Козлов В.И., Краснобаев А.А., Вейс А.Ф. Стратотип рифея: строение, палеонтологическая характеристика, изотопный возраст // Общие вопросы и принцип расчленения докембрия. — СПб.: Наука, 1994. — С. 133–156.
- Козлов В.И., Краснобаев А.А., Ларионов Н.Н., Маслов А.В., Сергеева Н.Д., Бибикина Е.В., Генина Л.А., Ронкин Ю.Л. Нижний рифей Южного Урала. — М.: Наука, 1989. — 240 с.
- Козлов В.И., Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Нехорошева А.Г., Бушарина С.В. Аршиний — новый стратон рифея в стратотипических разрезах Южного Урала // Геологический сборник № 9 / ИГ УНЦ РАН. — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2011. — С. 3–8.
- Косинская Е. К. Десмидиевые водоросли. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. — Вып. 1. — 217 с.
- Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В. Новые данные по цирконовой геохронологии аршинских вулканитов (Южный Урал) // Литосфера. — 2012. — № 4. — С. 127–139.
- Краснобаев А.А., Пучков В.Н., Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В., Лепехина Е.Н. Цирконология навышских вулканитов айской свиты и проблема возраста нижней границы рифея на Южном Урале // Докл. РАН. — 2013. — Т. 448, № 4. — С. 437–442. — doi.org/10.7868/s086956521304021x.
- Курс низших растений / Ред. М.В. Горленко. — М.: Высшая школа, 1981. — 504 с.
- Лейн А.Ю., Пименов Н.В., Виноградов М.Е., Иванов М.В. Скорость CO₂ ассимиляции и бактериальная продукция органического вещества на гидротермальных полях 26° с.ш. и 29° с.ш. Срединноатлантического хребта // Океанология. — 1996. — Т. 37, № 3. — С. 396–407.
- Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Анфимов Л.В. Рифей западного склона Южного Урала (классические разрезы, седименто- и литогенез, минерогенез, геологические памятники природы): В 4 т. — Екатеринбург: УРО РАН, 2001. — Т. 1. — 351 с.
- Международный кодекс ботанической номенклатуры (Токийский кодекс, 1993). Перев. с англ. — СПб: Мир и семья—95, 1996. — 191 с.
- Микрофоссилии докембрия СССР / Отв. ред. Т.В. Янкаускас. — Л.: Наука, 1989. — 190 с.
- Михайлова Н.С., Подковыров В.Н. Микрофитологическая характеристика пограничных горизонтов рифея и венда Южного Урала // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1987. — № 9. — С. 75–83.
- Наумова С.Н. Споры древних свит западного склона Южного Урала // Бюлл. МОИП. Отд. геол. — 1951. — Т. 26, Вып. 1. — С. 183–187.
- Немеров В.К., Станевич А.М. Эволюция рифей-вендских обстановок биолитогенеза в бассейнах Байкальской горной области // Геология и геофизика. — 2001. — Т. 42, № 3. — С. 456–470.
- Обстановки осадконакопления и фации: Пер. с англ. В 2 т. / Ред. Х. Реддинг. — М.: Мир, 1990. — Т. 1. — 352 с. — Т. 2. — 384 с.
- Определитель бактерий Берджи: Пер. с англ. В 2 т. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита и др. — М.: Мир, 1997. — 800 с.
- Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. — 280 с.
- Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Козлов В.И. Предварительные данные о возрастных рубежах нео- и мезопротерозоя Южного Урала в свете новых данных U-Pb датировок // Геологический сборник № 6 / ИГ УНЦ РАН. — Уфа: Дизайн ПолиграфСервис, 2007. — С. 3–4.
- Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Сергеева Н.Д. Обновленная схема расчленения стратотипического разреза рифея // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России / Т.Ю. Толмачева (отв. ред.): Матер. Межвед. рабочего совещ. Санкт-Петербург, 17–20 окт. 2016. — СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2016. — С. 137–139.
- Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Краснобаев А.А. Пограничные стратон рифея и венда на Южном Урале. Дополнения и изменения в региональную стратиграфическую схему // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Матер. и докл. 10-й Межрег. науч.-практ. конф. Уфа, 13–15 мая, 2014. — Уфа: ДизайнПресс, 2014. — С. 77–87.
- Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Шмитц М., Козлов В.И. Новые U-Pb датировки машакской свиты Ю. Урала и их сравнительная оценка // Геологический сборник № 8 / ИГ УНЦ РАН. — Уфа: Дизайн ПолиграфСервис, 2009. — С. 3–14.

Решения Всесоюзного коллоквиума по растительным микрофоссилиям (акритархам) внутренних (нефтегазоносных) районов Сибирской платформы // Геология и геофизика. — 1986. — № 3. — С. 116–117.

Розанов А.Ю. Бактериальная палеонтология, седиментогенез и ранние стадии эволюции биосферы // Современные проблемы геологии. — М.: Наука, 2004. — С. 427–447. — (Тр. ГИН РАН; Вып. 565).

Семихатов М.А., Раабен М.Е., Сергеев В.Н., Вейс А.Ф., Артемова О.В. Биотические события и положительная изотопная аномалия карбонатного углерода 2.3–2.06 млрд лет назад // Стратиграфия. Геол. корреляция. — 1999. — Т. 7, № 5. — С. 3–27.

Семихатов М.А., Шуркин К.А., Аксенов Е.М., Беккер Ю.Р., Бибилова Е.В., Дук В.Л., Есипчук К.Е., Карсаков Л.П., Киселев В.В., Козлов В.И., Лобач-Жученко С.Б., Негруца В.З., Робонен В.И., Селько А.И., Филатова Л.И., Хоментовский В.В., Шемякин В.М., Шульдинер В.И. Новая стратиграфическая шкала докембрия СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1991. — № 4. — С. 3–13.

Сергеев В.Н. Окремненные микрофоссилии докембрия и кембрия Урала и Средней Азии. — М.: Наука, 1992. — 139 с.

Сергеев В.Н. Окремненные микрофоссилии докембрия: природа, классификация, фациальная приуроченность и биостратиграфическое значение: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук / ГИН РАН. — М., 2003. — 54 с.

Сергеев В.Н. Окремненные микрофоссилии докембрия: природа, классификация и биостратиграфическое значение. — М.: ГЕОС, 2006. — 280 с. — (Тр. ГИН РАН; Вып. 567).

Сергеев В.Н., Семихатов М.А., Федонкин М.А., Воробьева Н.Г. Главные стадии эволюции докембрийского органического мира. 2. Поздний протерозой // Стратиграфия. Геол. корреляция. — 2010. — Т. 18, № 6. — С. 3–34.

Станевич А.М. Морфобиологический аспект эволюции осадконакопления в позднем докембрии Байкальской горной области // Рифей Северной Евразии. Геология. Общие проблемы стратиграфии. — Екатеринбург: УрО РАН, 1997. — С. 212–217.

Станевич А.М., Файзулина З.Х. Микрофоссилии в стратиграфии позднего докембрия Байкало-Патомской горной области. — М.: Недра, 1992. — 158 с.

Станевич А.М., Немеров В.К., Чатта Е.Н. Микрофоссилии протерозоя Саяно-Байкальской складчатой области. Обстановки обитания, природа и классификация. — Новосибирск: Гео, 2006. — 204 с.

Станевич А.М., Чатта Е.Н., Корнилова Т.А., Немеров В.К. Условия обитания и вероятная природа акритарх из ченчинской свиты позднего рифея // Палеонтол. журн. — 2007. — № 1. — С. 83–89.

Станевич А.М., Максимова Е.Н., Корнилова Т.А., Гладкокуб Д.П., Мазукабзов А.М., Донская Т.В. Микрофоссилии арымасской и дебенгдинской свит рифея Оленекского поднятия: возраст и предполагаемая природа // Стратиграфия. Геол. корреляция. — 2009. — Т. 17, № 1. — С. 23–40.

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). — Екатеринбург: Межвед. Стратигр. Комитет России, 1993. — 151 схема.

Тимофеев Б.В. Древняя флора Прибалтики и ее стратиграфическое значение. — Л.: Гостоптехиздат, 1959. — 320 с. — (Тр. ВНИГРИ; Вып. 129).

Тимофеев Б.В. Микропалеофитологическое исследование древних свит. — М.: Наука, 1966. — 147 с.

Тимофеев Б.В. Сфероморфиды протерозоя. — Л.: Наука, 1969. — 146 с.

Трещетникова А.А., Файзулина З.Х., Ширококов И.М. Растительные микрофоссилии ушаковской свиты Юго-Западного Прибайкалья // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1982. — № 5. — С. 116–121.

Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / АН УССР. Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного. — Киев: Наук. Думка, 1990. — 208 с.

Шлегель Г. Общая микробиология: Пер. с нем. — М.: Мир, 1987. — 567 с.

Шонф Дж.У., Советов Ю.К. Микрофоссилии в строматолитах *Sonophyton* из вендских отложений Южного Казахстана // Докл. АН СССР. — 1976. — Т. 230, № 6. — С. 1448–1450.

Якшин М.С. Водорослевые микрофоссилии из опорного разреза венда Патомского нагорья // Новости палеонтологии и стратиграфии. — 2002. — Вып. 5. — С. 12–31. — (Прилож. к журн. Геология и геофизика. Т. 43).

Янкаускас Т.В. Микрофоссилии рифея Южного Урала // Тр. ГИН АН СССР. 1982. — Вып. 368. — С. 84–120.

Albani A.E., Bengtson S., Canfield D.E., Bekker A., Macchiarelli R., Mazurier A., Hammarlund E.U., Boulvais P., Dupuy J.-J., Fontaine C., Fürsich F.T., Gauthier-Lafaye F., Janvier P., Javaux E., Ossa F.O., Pierson-Wickmann A.-C., Riboulleau A., Sardini P., Vachard D., Whitehouse M., Meunier A. Large colonial organisms with coordinated growth in oxygenated environments 2.1 Gyr ago // Nature. — 2010. — V. 466. — P. 100–104. — doi.org/10.1038/nature09166.

Algae. An introduction to phycology / C. van den Hoek, D.G. Mann, H.M. Jahns. — Cambridge University Press, 1995. — 627 p.

Arouri K.R., Greenwood P.F., Walter M.R. A possible chlorophycean affinity of some Neoproterozoic acritarchs // Organic Geochemistry. — 1999. — V. 30. — P. 1323–1337. — doi.org/10.1016/s0146-6380(99)00105-9.

Arouri K.R., Greenwood P.F., Walter M.R. Biological affinities of Neoproterozoic acritarchs from Australia: microscopic and chemical characterisation // Organic Geochemistry. — 2000. — V. 31. — P. 75–89. — doi.org/10.1016/s0146-6380(99)00145-x.

Brocks J.J., Logan G.A., Buick R., Summons R.E. Archean molecular fossils and the early rise of eukaryotes // Science. — 1999. — V. 285. — P. 1033–1036. — doi.org/10.1126/science.285.5430.1033.

Butterfield N.J. Bangiomorpha pubescens n. gen., n. sp.: implications for the evolution of sex, multicellularity, and the Mesoproterozoic/Neoproterozoic radiation of eukaryotes // Paleobiology. — 2000. — V. 26 (3). — P. 386–404. — doi.org/10.1666/0094-8373(2000)026<0386:bpngns>2.0.co;2.

Butterfield N.J. Paleobiology of the Late Mesoproterozoic (ca. 1200 Ma) Hunting Formation, Somerset Island, arctic Canada // Precambrian Res. — 2001. — V. 111. — P. 235–256. — doi.org/10.1016/s0301-9268(01)00162-0.

- Butterfield N.J.* Probable Proterozoic fungi // *Paleobiology*. — 2005. — V. 31, No. 1. — P. 165–182. — doi.org/10.1666/0094-8373(2005)031<0165:ppf>2.0.co;2.
- Butterfield N.J., Knoll A.H., Swett K.A.* Bangiophyte Red Algae from the Proterozoic of Arctic Canada // *Science*. New Series. — 1990. — V. 250, No. 4977. — P. 104–107. — doi.org/10.1126/science.11538072.
- Butterfield N.J., Knoll A.H., Swett K.* Paleobiology of the Neoproterozoic Svanbergfiellet Formation, Spitsbergen. — Oslo; Copenhagen; Stockholm: Scandinavian University Press, 1994. — 84 p. — (Fossils and Strata; V. 34).
- Chen J.-Y., Oliveri P., Li C.-W., Zhou G.-Q., Gao F., Hagadorn J.W., Peterson K.J., Davidson E.H.* Precambrian animal diversity: Putative phosphatized embryos from the Doushantuo Formation of China // *PNAS*. — 2000. — V. 97, No. 9. — P. 4457–4462. — doi.org/10.1073/pnas.97.9.4457.
- Downie C., Evitt W.R., Sarjeant W.A.S.* Dinoflagellates, hystrichosphaeres and the classification of acritarchs // *Stanford Univ. Publ. in Geol. Sci.* — 1963. — V. 7. — P. 3–16.
- Engels M., Lorch D.W.* Some observations on cell wall structure and taxonomy of *Phymatodocis nordstedtiana* (Conjugatophyceae, Chlorophyta) // *Plant Syst. Evol.* — 1981. — V. 138. — P. 217–225. — doi.org/10.1007/bf00985185.
- Ernst R.E., Pease V., Puchkov V.N.* Geochemical Characterization of Precambrian magmatic suites of the southeastern margin of the East European Craton, Southern Urals, Russia // *Geological Digest* (No. 5). *Geol. Institut of the Ufimian scientific centre of RAS*. — Ufa: Design PoligraphService, 2006. — P. 119–161.
- Evitt W.R.* A discussion and proposals concerning fossil dinoflagellates, hystrichosphaeres and acritarchs, I // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. — 1963a. — V. 49 (2). — P. 158–164. — doi.org/10.1073/pnas.49.2.158.
- Evitt W.R.* A discussion and proposals concerning fossil dinoflagellates, hystrichosphaeres and acritarchs, II // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. — 1963b. — V. 49 (3). — P. 298–302. — doi.org/10.1073/pnas.49.3.298.
- Field trip guide: Rephean and Vendian Reference Section of the South Urals / *Yu.R. Bekker, V.I. Kozlov, V.N. Puchkov, M.E. Raaben, N.A. Rumyantseva, V.N. Sergeev.* / Eds: *Yu.R. Bekker, V.I. Kozlov, V.N. Puchkov, S.P. Shokalsky*. — St. Petersburg: VSEGEI OSL, 2006. — 71 p.
- Golubic S.* Organisms that build stromatolites // *Stromatolites*. — Amsterdam: Elsevier, 1976. — P. 113–126. — doi.org/10.1016/s0070-4571(08)71132-4.
- Han T.M., Runnegar B.* Megascopic eukaryotic algae from the 2.1-billion-year-old Negaunee Iron-Formation, Michigan // *Science*. — 1992. — V. 257, No. 5067. — P. 232–235. — doi.org/10.1126/science.1631544.
- Hofmann H.J.* Precambrian microflora, Belcher Islands, Canada: significance and systematics // *J. Paleontol.* — 1976. — V. 50, No. 6. — P. 1040–1073.
- Horodyski R.J.* Paleontology of Proterozoic shales and mudstones: examples from the Belt Supergroup, Chuar Group and Pahrump Group, western USA // *Precambrian Res.* — 1993. — V. 61. — P. 241–278. — doi.org/10.1016/0301-9268(93)90116-j.
- Javaux E.J., Knoll A.H., Walter M.R.* Morphological and ecological complexity in early eukaryotic ecosystems // *Nature*. — 2001. — V. 412. — P. 66–69. — doi.org/10.1038/35083562.
- Javaux E.J., Knoll A.H., Walter M.* Recognizing and interpreting the fossils of early eukaryotes // *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*. — 2003. — V. 33. — P. 75–94. — doi.org/10.1023/A:1023992712071.
- Knoll A.H.* The early evolution of eukaryotes: a geological perspective // *Science*. — 1992. — V. 256, No. 5057. — P. 622–627. — doi.org/10.1126/science.1585174.
- Knoll A.H.* Proterozoic and Early Cambrian protists: Evidence for accelerating evolutionary tempo // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. — 1994. — V. 91, No. 15. — P. 6743–6750. — doi.org/10.1073/pnas.91.15.6743.
- Knoll A.H., Sergeev V.N.* Taphonomic and evolutionary changes across the Mesoproterozoic-Neoproterozoic transition // *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.-Bd.* — 1995. — V. 195, No. 1–3. — P. 289–302. — doi.org/10.1127/njgpa/195/1995/289.
- Knoll A.H., Swett K., Mark J.* Paleobiology of a Neoproterozoic tidal flat/lagoonal complex: the Draken Conglomerate Formation, Spitsbergen // *J. Paleontol.* — 1991. — V. 65, No. 4. — P. 531–570. — doi.org/10.1017/s0022336000030663.
- Martin F.* Acritarchs: a review // *Biol. Rev.* — 1993. — V. 68. — P. 475–538.
- Moorman M.* Microbiota of the Late Proterozoic Hector Formation, Southwestern Alberta, Canada // *J. Paleontol.* — 1974. — V. 48, No. 3. — P. 524–540.
- Olson J.M., Blankenship R.E.* Thinking about the evolution of photosynthesis // *Photosynth. Res.* — 2004. — V. 80. — P. 373–386. — doi.org/10.1023/B:PRES.0000030457.06495.83.
- Park N.E., Karol K.G., Hoshaw R.W., McCourt R.M.* Phylogeny of Gonatozygon and Genticularia (Gonatozygaceae, Desmidiaceae) based on rbcL sequences // *Eur. J. Phycol.* — 1996. — V. 31. — P. 309–313. — doi.org/10.1080/09670269600651531.
- Porter S.M., Knoll A.H.* Testate amoebae in the Neoproterozoic Era: evidence from vase-shaped microfossils in the Chuar Group, Grand Canyon // *Paleobiology*. — 2000. — V. 26 (3). — P. 360–385. — http://dx.doi.org/10.1666/0094-8373(2000)026<0360:TAITNE>2.0.CO;2.
- Puchkov V.N.* Structure and geodynamics of the Uralian orogen // *Orogeny through time: Geological Society Special Publication*. — 1997. — V. 121, No. 1. — P. 201–236. — doi.org/10.1144/gsl.sp.1997.121.01.09.
- Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Sergeeva N.D.* The New Data on Stratigraphy of the Riphean Stratotype in the Southern Urals, Russia // *Journal of Geoscience and Environment Protection*. — 2014. — V. 2, No. 3. — P. 108–116. — doi.org/10.4236/gep.2014.23015.
- Samuelsson J., Butterfield N.J.* Neoproterozoic fossils from the Franklin Mountains, northwestern Canada: stratigraphic and palaeobiological implications // *Precambrian Res.* — 2001. — V. 107. — P. 235–251. — doi.org/10.1016/s0301-9268(00)00142-x.
- Samuelsson J., Dawes P.R., Vidal G.* Organic-walled microfossils from the Proterozoic Thule Supergroup, Northwest Greenland // *Precambrian Res.* — 1999. — V. 96. — P. 1–23. — doi.org/10.1016/s0301-9268(98)00123-5.
- Schopf J.W., Dolnik T.A., Krylov J.N., Mendelson G.V., Nasarov B.B., Nyberg A.V., Sovietov G.K., Jakchin M.S.* Six new Stromatolitic microbiotas from the proterozoic of the Soviet Union // *Precambrian Res.* — 1977. — V. 4 (3). — P. 269–284. — doi.org/10.1016/0301-9268(77)90017-1.

- Sedimentary environments and facies / Ed. H.G. Reading. — Dep. Earth Sciences Univ. of Oxford, London, 1986. — V. 1. — 352 p. — V. 2. — 384 p.
- Sergeev V.N., Sharma M., Shukla Y.* Proterozoic fossil cyanobacteria // *Paleobotanist*. — 2012. — V. 61. — P. 189–358.
- Stanevich A.M.* Relics of marine bacterial coenoses from the Neoproterozoic Formations of the South margin of Siberian Platform // *Proceeding of SPIE 4939, Instruments, Methods and Missions for Astrobiology VI*, (SPIE, Bellingham, WA). — 2003. — P. 28–37. — doi.org/10.1117/12.486707.
- Tiwari M.* Organic-walled microfossils from the Chert-phosphorite Member, Tal Formation, Precambrian-Cambrian Boundary, India // *Precambrian Res.* — 1999. — V. 97. — P. 99–113. — doi.org/10.1016/s0301-9268(99)00023-6.
- Tyler S.A., Barghoorn E.S.* Occurrence of structurally preserved plants in precambrian rocks of the Canadian Shield // *Science*. — 1954. — V. 119. — P. 606–608. — doi.org/10.1126/science.119.3096.606.
- Vidal G., Moczydlowska M., Rudavskaya V.* Biostratigraphical implications of a Chuaria-Tawuia assemblage and associates acritarchs from the Neoproterozoic of Yakutia // *Palaeontology*. — 1993. — V. 36, No. 2. — P. 387–402.
- Walcott C.D.* Pre-Cambrian fossiliferous formations // *Geol. Soc. Am. Bull.* — 1899. — V. 10. — P. 199–244. — doi.org/10.1130/gsab-10-199.
- Walter M.R., Oehler J.N., Oehler D.S.* Megascopic algae 1300 million years old from the Belt Supergroup, Montana: a reinterpretation of Walcott's Helminthoidichnites // *Journal Paleontology*. — 1976. — V. 50, No. 5. — P. 872–881.
- Willner A., Sindern S., Metzger R., Ermolaeva T., Kramm U., Puchkov V., Kronz A.* Typology and single grain U/Pb ages of detrital zircons from Proterozoic sandstones in the SW Urals (Russia): early time markers at the eastern margin of the Baltica // *Precambrian Res.* — 2003. — V. 124. — P. 1–20. — doi.org/10.1016/s0301-9268(03)00045-7.
- Xiao S.* Mitotic topologies and mechanics of Neoproterozoic algae and animal embryos // *Paleobiology*. — 2002. — V. 28 (2). — P. 244–250. — doi.org/10.1666/0094-8373(2002)028%3C0244:mtamon%3E2.0.co;2.
- Xiao S., Knoll A.H.* Phosphatized animal embryos from the Neoproterozoic Doushantuo Formation at Weng'an, Guizhou, South China // *J. Paleontol.* — 2000. — V. 74 (5). — P. 767–788. — doi.org/10.1017/s002233600003300x.
- Xiao S., Knoll A.H., Yuan X., Pueschel C.M.* Phosphatized multicellular algae in the Neoproterozoic Doushantuo Formation, China, and the early evolution of florideophyte red algae // *American Journal of Botany*. — 2004. — V. 91 (2). — P. 214–227. — doi.org/10.3732/ajb.91.2.214.
- Xunlai Y., Hofmann H.J.* New microfossils from the Neoproterozoic (Sinian) Doushantuo Formation, Wengan, Guizhou Province, southwestern China // *Alcheringa*. — 1998. — V. 22 (34). — P. 189–222.
- Yin L.* Acanthomorphic acritarchs from Meso-Neoproterozoic shales of the Ruyang Group, Shanxi, China // *Rew. of Palaeobot. and Palynol.* — 1998. — V. 98. — P. 15–25. — doi.org/10.1016/s0034-6667(97)00022-5.
- Yin L., Guan B.* Organic-walled microfossils of Neoproterozoic Dongjia Formation, Lushan County, Henan Province, North China // *Precambrian Res.* — 1999. — V. 94. — P. 121–137. — doi.org/10.1016/s0301-9268(98)00115-6.
- Zang W.L., Walter M.R.* Late Proterozoic and Cambrian microfossils and biostratigraphy, Amadeus Basin, Central Australia. — Brisbane: Association of Australian Paleontologist (Vol. 12), 1992. — 132 p.

References:

- Akhmedov A.B., Belova M.Ju., Krupnik V.A., Sidorova I.N.* Mikrofossilii gribnoy prirody iz chjornyx slantsev paleoproterozoya Pechenskogo kompleksa (Kolskiy poluostrov) [Fungal microfossils from black shales of Pechenga complex paleoproterozoic (Kolsky peninsula)] // *Dokl. RAS*. 2000. V. 372, No. 5. P. 646–649 (in Russian).
- Albani A.E., Bengtson S., Canfield D.E., Bekker A., Macchiarelli R., Mazurier A., Hammarlund E.U., Boulvais P., Dupuy J.-J., Fontaine C., Fürsich F.T., Gauthier-Lafaye F., Janvier P., Javaux E., Ossa F.O., Pierson-Wickmann A.-C., Riboulleau A., Sardini P., Vachard D., Whitehouse M. and Meunier A.* Large colonial organisms with coordinated growth in oxygenated environments 2.1 Gyr ago // *Nature*. 2010. V. 466. P. 100–104. doi.org/10.1038/nature09166.
- Algae.* An introduction to phycology / C. van den Hoek, D.G. Mann, H.M. Jahns. Cambridge University Press, 1995. 627 p.
- Arouri K.R., Greenwood P.F., Walter M.R.* A possible chlorophycean affinity of some Neoproterozoic acritarchs // *Organic Geochemistry*. 1999. V. 30. — P. 1323–1337. doi.org/10.1016/s0146-6380(99)00105-9.
- Arouri K.R., Greenwood P.F., Walter M.R.* Biological affinities of Neoproterozoic acritarchs from Australia: microscopic and chemical characterisation // *Organic Geochemistry*. 2000. V. 31. P. 75–89. doi.org/10.1016/s0146-6380(99)00145-x.
- Brocks J.J., Logan G.A., Buick R., Summons R.E.* Archean molecular fossils and the early rise of eukaryotes // *Science*. 1999. V. 285. P. 1033–1036. doi.org/10.1126/science.285.5430.1033.
- Butterfield N.J.* Bangiomorpha pubescens n. gen., n. sp.: implications for the evolution of sex, multicellularity, and the Mesoproterozoic/Neoproterozoic radiation of eukaryotes // *Paleobiology*. 2000. V. 26 (3). P. 386–404. doi.org/10.1666/0094-8373(2000)026<0386:bpngns>2.0.co;2.
- Butterfield N.J.* Paleobiology of the Late Mesoproterozoic (ca. 1200 Ma) Hunting Formation, Somerset Island, arctic Canada // *Precambrian Res.* 2001. V. 111. P. 235–256. doi.org/10.1016/s0301-9268(01)00162-0.
- Butterfield N.J.* Probable Proterozoic fungi // *Paleobiology*. 2005. V. 31, No. 1. P. 165–182. doi.org/10.1666/0094-8373(2005)031<0165:ppf>2.0.co;2.
- Butterfield N.J., Knoll A.H., Swett K.A.* Bangiophyte Red Algae from the Proterozoic of Arctic Canada // *Science*. New Series. 1990. V. 250, No. 4977. P. 104–107. doi.org/10.1126/science.11538072.
- Butterfield N.J., Knoll A.H., Swett K.* Paleobiology of the Neoproterozoic Svanbergfiellet Formation, Spitsbergen. Oslo; Copenhagen; Stockholm: Scandinavian University Press, 1994. 84 p. (Fossils and Strata; V. 34).
- Burzin M.B.* Tynnina Burzin, gen. nov. Novyi poryadok vendskikh kolonial'nykh kokkoidnykh organikostennykh mikro-

fossilii [Tynnina Burzin, gen. nov.: A New Genus Of The Vendian Colonial Coccoidal Organic-Walled Microfossils] // *Paleontol. Journal*. 1997. No. 2. P. 20–28 (in Russian).

Chen J.-Y., Oliveri P., Li C.-W., Zhou G.-Q., Gao F., Hagadorn J.W., Peterson K.J. Davidson E.H. Precambrian animal diversity: Putative phosphatized embryos from the Doushantuo Formation of China // *PNAS*. 2000. V. 97, No. 9. P. 4457–4462. doi.org/10.1073/pnas.97.9.4457.

Downie C., Evitt W.R., Sarjeant W.A.S. Dinoflagellates, hystrichosphaeres and the classification of acritarchs // *Stanford Univer. Publ. in Geol. Sci.* 1963. V. 7. P. 3–16.

Engels M., Lorch D.W. Some observations on cell wall structure and taxonomy of Phymatodocis nordstedtiana (Conjugatophyceae, Chlorophyta) // *Plant Syst. Evol.* 1981. V. 138. P. 217–225. doi.org/10.1007/bf00985185.

Ernst R.E., Pease V., Puchkov V.N. Geochemical Characterization of Precambrian magmatic suites of the southeastern margin of the East European Craton, Southern Urals, Russia // *Geological Digest* (No. 5). Geol. Institut of the Ufimian scientific centre of RAS. Ufa: Design PoligraphService, 2006. P. 119–161.

Evitt W.R. A discussion and proposals concerning fossil dinoflagellates, hystrichosphaeres and acritarchs, I // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 1963a. V. 49 (2). P. 158–164. doi.org/10.1073/pnas.49.2.158.

Evitt W.R. A discussion and proposals concerning fossil dinoflagellates, hystrichosphaeres and acritarchs, II // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 1963b. V. 49 (3). P. 298–302. doi.org/10.1073/pnas.49.3.298.

Field trip guide: Riphean and Vendian Reference Section of the South Urals / Yu.R. Bekker, V.I. Kozlov, V.N. Puchkov, M.E. Raaben, N.A. Rumyantseva, V.N. Sergeev / Eds: Yu.R. Bekker, V.I. Kozlov, V.N. Puchkov, S.P. Shokalsky. St. Petersburg: VSEGEI OSL, 2006. 71 p.

Geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii i sopredel'noi territorii respubliki Kazakhstan [Geological map of Russian Federation and adjacent territory of Republic of Kazakhstan]. Scale 1:1 000 000 (new series). Sheet N-40(41). Ufa (*Executive editor V.I. Kozlov*) SPb: VSEGEI Publishers of SPb map reproduction plant, 2002 (in Russian).

German T.N. Nakhodki gribov v rifee [Fungi found in Riphean] // *Pre-Cambrian and early Cambrian palentology*. L.: Nauka. 1979. P. 129–136 (in Russian).

German T.N., Podkovyrov V.N. O nakhodkakh rifeiskikh dimorfnykh organizmov [On the finds of riphean dimorphic organisms] // *Paleontol. Journal*. 2002. No. 3. P. 3–10 (in Russian).

German T.N., Podkovyrov V.N. O zhivotnoi prirode pozdnereifeiskikh Rugosopsis [About zoogenic nature of Late Riphean Rugosopsis] // *Paleontol. Journal*. 2005. No. 2. P. 8–15 (in Russian).

Gnilovskaja M.B. Drevneishie annelidomorfy iz verkhnego rifeya Timana [Earliest annelidomorphs from Timan Upper Riphean] // *Dokl. RAS*. 1998. V. 359, No. 3. P. 369–372 (in Russian).

Gnilovskaja M.B., Ishchenko A.A., Kolesnikov Ch.M., Korenchuk L.V., Udaltsov A.P. Vendotenidy Vostochno-Evropeiskoi platformy [Vendotenides of East-European platform]. L.: Nauka, 1988. 143 p. (in Russian)

Golubic S. Organisms that build stromatolites // *Stromatolites*. Amsterdam: Elsevier, 1976. P. 113–126. doi.org/10.1016/s0070-4571(08)71132-4.

Golubkova E.Ju., Raevskaja E.G., Kuznetsov A.B. Nizhnevendskie komplekxy mikrofosillii Vostochnoi Sibiri v reshenii stratigraficheskikh problem regiona [Lower Vendian microfossil assemblages of East Siberia: Significance for solving regional stratigraphic problems] // *Stratigraphy. Geological correlation*. 2010. V. 18, No. 4. P. 3–27 (in Russian).

Han T.M., Runnegar B. Megascopic eukaryotic algae from the 2.1-billion-year-old Negaunee Iron-Formation, Michigan // *Science*. 1992. V. 257, No. 5067. P. 232–235. doi.org/10.1126/science.1631544.

Hofmann H.J. Precambrian microflora, Belcher Islands, Canada: significance and systematics // *J. Paleontol.* 1976. V. 50, No. 6. P. 1040–1073.

Horodyski R.J. Paleontology of Proterozoic shales and mudstones: examples from the Belt Supergroup, Chuar Group and Pahrump Group, western USA // *Precambrian Res.* 1993. V. 61. P. 241–278. doi.org/10.1016/0301-9268(93)90116-j.

Javaux E.J., Knoll A.H., Walter M.R. Morphological and ecological complexity in early eukaryotic ecosystems // *Nature*. 2001. V. 412. P. 66–69. doi.org/10.1038/35083562.

Javaux E.J., Knoll A.H., Walter M. Recognizing and interpreting the fossils of early eukaryotes // *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*. 2003. V. 33. P. 75–94. doi.org/10.1023/A:1023992712071.

Kenneth J.P. Morskaya geologiya: v 2 t. [Marine geology: in 2 v.] V. 2. Transl. from Engl. M.: Mir, 1987. 384 p. (in Russian).

Kirjanov V.V. K voprosu o prirode nekotorykh rannekembriiskikh sferomorfnykh akritarkh [On the origin of some early Cambrian spheromorph acritarchs] // *Aktual'nye voprosy sovremennoi paleoal'gologii* [Actual issues of contemporary paleoalgology]. Kiev: Naukova dumka, 1986. P. 40–45 (in Russian).

Knoll A.H. The early evolution of eukaryotes: a geological perspective // *Science*. 1992. V. 256, No. 5057. P. 622–627. doi.org/10.1126/science.1585174.

Knoll A.H. Proterozoic and Early Cambrian protists: Evidence for accelerating evolutionary tempo // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1994. V. 91, No. 15. P. 6743–6750. doi.org/10.1073/pnas.91.15.6743.

Knoll A.H., Sergeev V.N. Taphonomic and evolutionary changes across the Mesoproterozoic-Neoproterozoic transition // *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.-Bd.* 1995. V. 195, No. 1–3. P. 289–302. doi.org/10.1127/njgpa/195/1995/289.

Knoll A.H., Swett K., Mark J. Paleobiology of a Neoproterozoic tidal flat/lagoonal complex: the Draken Conglomerate Formation, Spitsbergen // *J. Paleontol.* 1991. V. 65, No. 4. P. 531–570. doi.org/10.1017/s0022336000030663.

Kosinskaja E.K. Desmidievy vodorosli [Desmid algae]. M.; L.: Publishing house of AS USSR, 1960. Iss. 1. 217 p. (in Russian).

Kozlov V.I. Verkhniy rifei i vend Yuzhnogo Urala [Upper Riphean and Vendian of South Urals]. M.: Nauka, 1982. 128 p. (in Russian).

- Kozlov V.I., Krasnobaev A.A., Veys A.F.* Stratotip rifeya: stroenie, paleontologicheskaya kharakteristika, isotopnyi vozrast [Riphean stratotype: structure, paleontologic characteristics, isotopic age] // *Obshchie voprosy i princip raschleneniya dokembriya* [General issues and principle of Pre-Cambrian subdivision]. SPb.: Nauka, 1994. P. 133–156. (in Russian).
- Kozlov V.I., Krasnobaev A.A., Larionov N.N., Maslov A.V., Sergeeva N.D., Bibikova E.V., Genina L.A., Ronkin Ju.L.* Nizhnii rifei Juzhnogo Urala [Lower Riphean of the southern Urals]. M.: Nauka, 1989. 240 p. (in Russian).
- Kozlov V.I., Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Nekhorosheva A.G., Busharina S.V.* Arshinii – novyi straton rifeya v stratotipicheskikh razrezakh Yuzhnogo Urala [Arshinian – new stratigraphic unit of Riphean in stratotypic sequences of the southern Urals] // *Geologicheskii sbornik No. 9 / IG USC RAS*. Ufa: DesignPoligraphService, 2011. P. 3–8 (in Russian).
- Krasnobaev A.A., Kozlov V.I., Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Busharina S.V.* Novye dannye po tsirkonovoi geokhologii arshinskikh vulkanitov (Uzhnyi Ural) [New data for zircon geochronology arshinsky volcanics (Southern Urals)] // *Litosfera*. 2012. No. 4. P. 127–139 (in Russian).
- Krasnobaev A.A., Puchkov V.N., Kozlov V.I., Sergeeva N.D., Busharina S.V., Lepekhina E.N.* Tsirkonologiya navyshskikh vulkanitov aiskoi svity i problema vozrasta nizhnei granitsy rifeya na Yuzhnom Urale [Zirconology of navysh volcanic rocks of the Ai suite and the problem of the age of the lower riphean boundary in the Southern Urals] // *Doklady RAS*. 2013. V. 448, No. 4. P. 437–442. (in Russian). doi.org/10.7868/s086956521304021x.
- Kurs nizshikh rastenii [Lower plants course] / *Ed. M.V. Gorlenko. M.*: Vyschaya shkola, 1981. 504 p. (in Russian).
- Lein A.Ju., Pimenov N.V., Vinogradov M.E., Ivanov M.V.* Skorost' CO₂ assimilyatsii i bakterial'naya produktsiya organicheskogo veshchestva na gidrotermal'nykh polyakh 26° s.sh i 29° s.sh Sredinnoatlanticheskogo khrebtta [CO₂ assimilation rate and organic matter bacterial product on hydrothermal fields at 26° NL and 29° NL of Mid-Atlantic ridge] // *Oceanology*. 1996. V. 37, No. 3. P. 396–407. (in Russian).
- Martin F.* Acritarchs: a review // *Biol. Rev.* 1993. V. 68. P. 475–538.
- Maslov A.V., Krupenin M.T., Gareev E.Z., Anfimov L.V.* Rifei zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala (klassicheskie razrezy, sedimento- i litogenez, minerageniya, geologicheskie pamyatniki prirody) [Riphean of the southern Urals western slope (classic sequences, sedimento- and lithogenesis, mineragenia, natural geological monuments)]: In 4 v. Ekaterinburg: UrB RAS, 2001. V. 1. 351 p. (in Russian).
- Mezhdunarodnyi kodeks botanicheskoi nomenklatury (Tokiiskii kodeks, 1993) [International Code of Botanical Nomenclature (Tokio code, 1993)]. Transl. from Engl. SPb: Mir i sem'ya–95, 1996. 191 p. (in Russian).
- Mikhaylova N.S., Podkovyrov V.N.* Mikrofitologicheskaya kharakteristika pogranichnykh gorizontov rifeya i venda Yuzhnogo Urala [Microphytological characteristics of the Riphean and Vendian boundary horizons in the Southern Urals] // *Izv. AN USSR. Ser. geol.* 1987. No. 9. P. 75–83 (in Russian).
- Mikrofosillii dokembriya SSSR [Pre-Cambrian microfossils of USSR] / *Ed. T.V. Jankauskas. L.*: Nauka. 1989. 190 p. (in Russian).
- Moorman M.* Microbiota of the Late Proterozoic Hector Formation, Southwestern Alberta, Canada // *J. Paleontol.* 1974. V. 48, No. 3. P. 524–540.
- Naumova C.N.* Spory drevnikh svit zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [Spores of ancient suites of the Southern Urals western slopes] // *Bull. MOIP. Geol. dept.* 1951. V. 26, Is. 1. P. 183–187 (in Russian).
- Nemerov V.K., Stanevich A.M.* Evolutsiya rifei-vendiskikh obstanovok biolitogeneza v basseinakh Baikal'skoi gornoi oblasti [Evolution of Riphean-Vendian environments of biolythogenesis in basins of Baikal mountainous region] // *Geology and geophysics*. 2001. V. 42, No. 3. P. 456–470 (in Russian).
- Obstanovki osadkonakopleniya i Facii [Sedimentary Environments and Facies]: Transl. from Engl. In 2 v. / *Ed. H. Reading. M.*: Mir, 1990. V. 1, 352 p. V. 2, 384 p. (in Russian).
- Olson J.M., Blankenship R.E.* Thinking about the evolution of photosynthesis // *Photosynth. Res.* 2004. V. 80. P. 373–386. doi.org/10.1023/B:PRES.0000030457.06495.83.
- Opredelitel' bakterii Berdzhii [Bergey's Manual of Determinative Bacteriology]: Transl. from Engl. In 2 v. / *Edited by J. Holt, N. Krieg, P. Sneath et. al. M.*: Mir, 1997. 800 p. (in Russian).
- Park N.E., Karol K.G., Hoshaw R.W., McCourt R.M.* Phylogeny of Gonatozygon and Genicularia (Gonatozygaceae, Desmidiaceae) based on rbcL sequences // *Eur. J. Phycol.* 1996. V. 31. P. 309–313. doi.org/10.1080/09670269600651531.
- Porter S.M., Knoll A.H.* Testate amoebae in the Neoproterozoic Era: evidence from vase-shaped microfossils in the Chuar Group, Grand Canyon // *Paleobiology*. 2000. V. 26 (3). P. 360–385. doi.org/10.1666/0094-8373(2000)026%3C0360:taitne%3E2.0.co;2.
- Puchkov V.N.* Structure and geodynamics of the Uralian orogen // *Orogeny through time: Geological Society Special Publication*. 1997. V. 121, No. 1. P. 201–236. doi.org/10.1144/gsl.sp.1997.121.01.09.
- Puchkov V.N.* Geologiya Urala i Priural'ya (aktual'nye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii) [Geology of Urals and Cisuralian area (topical issues of stratigraphy, tectonics, geodynamics, and metallongeniy)]. Ufa: DesignPoligraphService, 2010. 280 p. (in Russian).
- Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Kozlov V.I.* Predvaritel'nye dannye o vozrastnykh rubezhakh neo- i mezoproterozoya Yuzhnogo Urala v svete novykh dannykh U-Pb datirovok [Preliminary data on age milestones of the southern Urals Neo- and Mezo-proterozoic in the light of U-Pb Dating new data] // *Geological digest No. 6 / IG USC RAS*. Ufa: DesignPoligraphService, 2007. P. 3–4 (in Russian).
- Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Sergeeva N.D.* The New Data on Stratigraphy of the Riphean Stratotype in the Southern Urals, Russia // *Journal of Geoscience and Environment Protection*. 2014. V. 2, No. 3. P. 108–116. doi.org/10.4236/gep.2014.23015.
- Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Sergeeva N.D.* Obnovlennaya skhema raschleneniya stratotipicheskogo razreza rifeya [Revized layout of subdivision of Riphean stratotypic sequence] // *Obshchaya stratigraficheskaya shkala i metodicheskie problemy razrabotki regionalnykh stratigraficheskikh shkal Rossii*. [Common stratigraphic chart and methodical problems of development of

regional stratigraphic charts of Russia] / *T. Ju. Tolmacheva (exec. ed.)*: Materials of Interagency session. Saint-Petersburg, 17–20 October, 2016. SPb: VSEGEI Publishers, 2016. P. 137–139 (in Russian).

Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Krasnobaev A.A. Pogranichnye stratomy rifeya i venda na Yuzhnom Urале. Dopolneniya i izmeneniya v regional'nyu stratigraficheskuyu skhemu [Riphean and Vendian boundary stratons in the southern Urals. Amendments to the regional stratigraphic scheme] // *Geology, mineral deposits and geoecological problems of Bashkortostan, Urals, and adjacent territories: Materials and reports. 10 International Workshop. Ufa, 13–15 May, 2014. Ufa: DesignPress, 2014. P. 77–87 (in Russian).*

Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Schmitz M., Kozlov V.I. Novye U-Pb datirovki mashakskoi svity Ju. Urала i ikh sravnitel'naya otsenka [New U-Pb datings of Mashak suite of the southern Urals and their comparative assessment] // *Geological digest No. 8 / IG USC RAS. Ufa: DesignPoligraphService, 2009. P. 3–14 (in Russian).*

Resheniya vsesoyuznogo kollokviuma po rastitel'nym mikrofosiliyam (akritarkham) vnutrennikh (neftegazonosnykh) raionov Sibirskoi platformy [Resolutions of All-Union colloquium on phytogenic microfossils (acritarchs) of inner (oil and gas bearing) regions of Siberian platform] // *Geology and geophysics. 1986. No. 3. P. 116–117 (in Russian).*

Rozanov A. Ju. Bakterialnaya paleontologiya, sedimentogenez i rannye stadii evolyutsii biosfery [Bacterial paleontology, sedimentogenesis and early stages of biosphere evolution] // *Sovremennyye problemy geologii [Contemporary issues of geology]. M.: Nauka, 2004. P. 427–447. (GIN RAS Pr.; Is. 565) (in Russian).*

Samuelsson J., Butterfield N.J. Neoproterozoic fossils from the Franklin Mountains, northwestern Canada: stratigraphic and palaeobiological implications // *Precambrian Res. 2001. V. 107. P. 235–251. doi.org/10.1016/s0301-9268(00)00142-x.*

Samuelsson J., Dawes P.R., Vidal G. Organic-walled microfossils from the Proterozoic Thule Supergroup, Northwest Greenland // *Precambrian Res. 1999. V. 96. P. 1–23. doi.org/10.1016/s0301-9268(98)00123-5.*

Sedimentary environments and facies / *Ed. H.G. Reading.* Dep. Earth Sciences Univ. of Oxford, London, 1986. V. 1. 352 p. V. 2. 384 p.

Semikhatov M.A., Raaben M.E., Sergeev V.N., Veys A.F., Artjomova O.V. Bioticheskie sobytiya i polozhitel'naya izotopnaya anomalija karbonatnogo ugleroda 2.3–2.06 mlrd let nazad [Biotic events and positive isotopic anomaly of carbonate carbon 2.3–2.06 Ga ago] // *Stratigraphy. Geological correlation. 1999. V. 7, No. 5. P. 3–27 (in Russian).*

Semikhatov M.A., Shurkin K.A., Aksenov E.M., Bekker Yu.R., Bibikova E.V., Duc V.L., Esipchuk K.E., Karsakov L.P., Kiselev V.V., Kozlov V.I., Lobach-Zhuchenko S.B., Negrutsa V.Z., Robonen V.I., Sezko A.I., Filatov L.I., Khomentovsky V.V., Shemyakin, V.M., Schuldiner V.I. Novaya stratigraficheskaya shkala dokembriya SSSR [New stratigraphic chart of Pre-Cambrian of USSR] // *Izvestiya AS USSR. Ser. geol. 1991. No. 4. P. 3–13 (in Russian).*

Sergeev V.N. Okremnennyye mikrofosili dokembriya i kembriya Urала i Srednei Azii [Pre-Cambrian and Cambrian

siliceous microfossils of Urals and Central Asia]. M.: Nauka, 1992. 139 p. (in Russian).

Sergeev V.N. Okremnennyye mikrofosili dokembriya: priroda, klassifikatsiya, fatsial'naya priurochennost' i biostratigraficheskoe znachenie [Pre-Cambrian siliceous microfossils: nature, classification, facial association, and biostratigraphic importance]: Extended abstr. of Doct. geol.-min. sci. diss / GIN RAS. M., 2003. 54 p. (in Russian).

Sergeev V.N. Okremnennyye mikrofosili dokembriya: priroda, klassifikatsiya i biostratigraficheskoe znachenie [Pre-Cambrian siliceous microfossils: nature, classification, and biostratigraphic importance]. Moscow: GEOS, 2006. (Pr. GIN RAS; Is. 567). 280 p. (in Russian).

Sergeev V.N., Sharma M., Shukla Y. Proterozoic fossil cyanobacteria // *Paleobotanist. 2012. V. 61. P. 189–358.*

Sergeev V.N., Semikhatov M.A., Fedonkin M.A., Vorobjova N.G. Glavnyye stadii evolyutsii dokembriyevskogo organicheskogo mira. 2. Pozdnii proterozoi [Main stages of Pre-Cambrian organic evolution. 2. Late Proterozoic] // *Stratigraphy. Geological correlation. 2010. V. 18, No 6. P. 3–34 (in Russian).*

Schlegel H. Obschaya mikrobiologiya [General microbiology]: Transl. from Germ. M.: Mir, 1987. 567 p. (in Russian).

Schopf J.W., Sovietov Ju.K. Mikrofosili v stromatolitakh Conophyton iz vendskikh otlozhenii Yuzhnogo Kazakhstana [Microfossils in stromatolites Conophyton from Vendian deposits of the Southern Kazakhstan] // *Reports of AS USSR. 1976. V. 230, No. 6. P. 1448–1450 (in Russian).*

Schopf J.W., Dolnik T.A., Krylov J.N., Mendelson G.V., Nasarov B.B., Nyberg A.V., Sovietov G.K., Jakchin M.S. Six new Stromatolitic mirobiotas from the proterozoic of the Soviet Union // *Precambrian Res. 1977. V. 4 (3). P. 269–284. doi.org/10.1016/0301-9268(77)90017-1.*

Stanevich A.M. Morfobiologicheskii aspekt evolyutsii osadkonakopleniya v pozdnem dokembrii Baikalskoi gornoj oblasti [Morphobiological aspect of sedimentary evolution in late Pre-Cambrian in Baikal mountainous region] // *Rifei Severnoi Evrazii. Geologiya. Obshchie problemy stratigrafii [Riphean of the Northern Eurasia. Geology. General problems of stratigraphy]. Ekaterinburg: UrB RAS, 1997. P. 212–217 (in Russian).*

Stanevich A.M. Relics of marine bacterial coenoses from the Neoproterozoic Formations of the South margin of Siberian Platform // *Proceeding of SPIE 4939, Instruments, Methods and Missions for Astrobiology VI, (SPIE, Bellingham, WA.), 2003. P. 28–37. doi.org/10.1117/12.486707.*

Stanevich A.M., Fayzulina Z.Kh. Mikrofosili v stratigrafii pozdnego dokembriya Baikalo-Patomskoi gornoj oblasti [Microfossils in Late-Precambrian stratigraphy of Baikal-Patom mountainous region]. M.: Nedra, 1992. 158 p. (in Russian).

Stanevich A.M., Nemerov V.K., Chatta E.N. Mikrofosili proterozoya Sayano-Baikalskoi skladchatoi oblasti. Obstanovki obitaniya, priroda i klassifikatsiya [Proterozoic microfossils of Sayan-Baikal folded region. Habitat environments, origin, and classification]. Novosibirsk: Geo, 2006. 204 p. (in Russian).

Stanevich A.M., Chatta E.N., Kornilova T.A., Nemerov V.K. Usloviya obitaniya i veroyatnaya priroda akritarkh iz chenchinskoi svity pozdnego rifeya [Habitats and probable nature of acritarchs from the Upper Riphean Chench Formation] // *Paleontol. Journal. 2007. No. 1. P. 83–89 (in Russian).*

Stanevich A.M., Maksimova E.N., Kornilova T.A., Gladkochub D.P., Mazukabzov A.M., Donskaya T.V. Mikrofosilii arymasskoi i debengdinskoi svit rifeya Olenekskogo podnyatiya: vozrast i predpolagaemaya priroda [Microfossils from the Arymas and Debengda formations, the Riphean of the Olenek Uplift: Age and presumable nature] // Stratigraphy. Geological correlation. 2009. V. 17, No. 1. P. 23–40 (in Russian).

Stratigraficheskie skhemy Urala (dokembrii, paleozoi) [Stratigraphic charts of Urals (Pre-Cambrian, Paleozoic)]. Ekaterinburg: Interagency Stratigr. Committee of Russia, 1993. 151 schemes (in Russian).

Timofeev B.V. Drevnyaya flora Pribaltiki i ee stratigraficheskoe znachenie [Ancient Baltic flora and its stratigraphic importance]. L.: Gostoptehizdat, 1959. 320 p. (VNIGRI Pr.; Iss. 129) (in Russian).

Timofeev B.V. Mikropaleofitologicheskoe issledovanie drevnikh svit [Micropaleophytological study of ancient formations]. M.: Nauka, 1966. 147 p. (in Russian).

Timofeev B.V. Sferomorfidy proterozoya [Proterozoic spheromorphids]. L.: Nauka, 1969. 146 p. (in Russian).

Tiwari M. Organic-walled microfossils from the Chert-phosphorite Member, Tal Formation, Precambrian-Cambrian Boundary, India // Precambrian Res. 1999. V. 97. P. 99–113. doi.org/10.1016/s0301-9268(99)00023-6.

Treshchetenkova A.A., Fayzulina Z.Kh., Shirobokov I.M. Rastitel'nye mikrofosilii ushakovskoi svity Yugo-Zapadnogo Pribaikal'ya [Phylogenetic microfossils of South-Western Pribaikal'e Ushakovka Formation] // Izv. AS USSR. Ser. geol. 1982. No. 5. P. 116–121 (in Russian).

Tsarenko P.M. Kratkii opredelitel' khlorokokkovykh vodoroslei Ukrainskoi SSR [Brief manual of determination of Chlorococcales in Ukrainian SSR] / AS Ukr. SSR. Institute of botanics named after N.G. Kholodny. Kiev: Nauk. Dumka, 1990. 208 p. (in Russian).

Tyler S.A., Barghoorn E.S. Occurrence of structurally preserved plants in precambrian rocks of the Canadian Shield // Science. 1954. V. 119. P. 606–608. doi.org/10.1126/science.119.3096.606.

Veys A.F., Petrov P.Ju. Glavnye osobennosti fatsial'no-ekologicheskogo raspredeleniya mikrofosilii v rifeiskikh basseynakh Sibiri [Main peculiarities of microfossil facial-ecological distribution in Riphean basins of Siberia] // Stratigraphy. Geological correlation. 1994. V. 2, No. 5. P. 97–129 (in Russian).

Veys A.F., Kozlova E.V., Vorobjova N.G. Organostennnye mikrofosilii tipovogo razreza rifeya (Yuzhnyi Ural) [Organic-walled microfossils of typical Riphean sequence (South Urals)] // Izv. AS USSR. Ser. geol. 1990. No. 9. P. 20–36 (in Russian).

Veys A.F., Petrov P.Ju., Vorobjova N.G. Miroedikhinskaya mikrobiota verkhnego rifeya Sibiri. Soobshchenie 2. Interpretatsiya v terminakh bioticheskoi paleosuktsessii [The late riphean miroedikha microbiota from Siberia. Communication 2: interpretation in terms of biotic paleosuccession] // Stratigraphy. Geol. correlation. 1999. V. 7, No. 1. P. 18–40 (in Russian).

Veys A.F., Kozlov V.I., Sergeeva N.D., Vorobjova N.G. Mikrofosilii tipovogo razreza verkhnego rifeya (karatavskaya seriya Yuzhnogo Urala) [Microfossils from the Upper Riphean type section (the Karatau Group of southern Urals)] // Stratigraphy. Geological correlation. 2003. V. 11, No. 6. P. 20–45 (in Russian).

Vidal G., Moczydlowska M., Rudavskaya V. Biostratigraphical implications of a Chuaria-Tawuia assemblage and associates acritarchs from the Neoproterozoic of Yakutia // Palaeontology. 1993. V. 36, No. 2. P. 387–402.

Vodorosli: Spravochnik [Algae: Handbook] / S.P. Vasser, N.V. Kondrat'eva, N.P. Masyuk, G.M. Palamar'-Mordvinceva, Z.I. Vetrova, E.L. Kordyum, N.A. Moshkova, L.P. Prihod'kova, O.V. Kovalenko, V.V. Stupina, P.M. Tsarenko, V.P. Yunger, M.I. Radchenko, O.N. Vinogradova, L.N. Buhtiyarova, L.F. Razumna. Kiev: Nauk. Dumka, 1989. 608 p. (in Russian).

Volkova N.A. O prirode i klassifikatsii mikrofosilii rastitel'nogo proiskhozhdeniya is dokembriya i nizhnego paleozoya [About nature and classification of phytogenic microfossils from Pre-Cambrian and Lower Paleozoic] // Paleotol. journ. 1965. No. 5. P. 13–26 (in Russian).

Vorobjova N.G., Sergeev V.N., Chumakov N.M. Novye nakhodki rannevedenskikh mikrofosilii v urinskoi svite: peresmotr vozrasta Patomskogo kompleksa Srednei Sibiri [New finds of early Vendian microfossils in the Ura Formation: Revision of the Patom Supergroup age, Middle Siberia] // Doklady RAS. 2008. V. 419, No. 6. P. 782–787 (in Russian).

Walcott C.D. Pre-Cambrian fossiliferous formations // Geol. Soc. Am. Bull. 1899. V. 10. – P. 199–244. doi.org/10.1130/gsab-10-199.

Walter M.R., Oehler J.N., Oehler D.S. Megascopic algae 1300 million years old from the Belt Supergroup, Montana: a reinterpretation of Walcott's Helminthoidichnites // Journal Paleontology. 1976. V. 50, No. 5. P. 872–881.

Willner A., Sindern S., Metzger R., Ermolaeva T., Kramm U., Puchkov V., Kronz A. Typology and single grein U/Pb ages of detrital zircons from Proterozoic sandstones in the SW Urals (Russia): early time markers at the eastern margin of the Baltica // Precambrian. Res. 2003. V. 124. P. 1–20. doi.org/10.1016/s0301-9268(03)00045-7.

Xiao S. Mitotic topologies and mechanics of Neoproterozoic algae and animal embryos // Paleobiology. 2002. V. 28 (2). P. 244–250. doi.org/10.1666/0094-8373(2002)028%3C0244:mtamon%3E2.0.co;2.

Xiao S., Knoll A.H. Phosphatized animal embryos from the Neoproterozoic Doushantuo Formation at Weng'an, Guizhou, South China // J. Paleontol. 2000. V. 74 (5). P. 767–788. doi.org/10.1017/s00223360003300x.

Xiao S., Knoll A.H., Yuan X., Poeschel C.M. Phosphatized multicellular algae in the Neoproterozoic Doushantuo Formation, China, and the early evolution of florideophyte red algae // American Journal of Botany. 2004. V. 91 (2). P. 214–227. doi.org/10.3732/ajb.91.2.214.

Xunlai Y., Hofmann H.J. New microfossils from the Neoproterozoic (Sinian) Doushantuo Formation, Wengan, Guizhou Province, southwestern China // Alcheringa. 1998. V. 22 (34). P. 189–222.

Yakshin M.S. Vodoroslevye mikrofosilii is opornogo razreza venda Patomskogo nagor'ya [Algal microfossils from reference sequence of Patom plateau] // News of paleontology and stratigraphy. 2002. Iss. 5. P. 12–31. (Append. to journ. "Geology and geophysics"; V. 43) (in Russian).

Yankauskas T.V. Mikrofosilii rifeya Yuzhnogo Urala [Riphean microfossils of the southern Urals] // Tr. GIN AS USSR. M.: Nauka, 1982. Is. 368. P. 84–120 (in Russian).

Yin L. Acanthomorphic acritarchs from Meso-Neoproterozoic shales of the Ruyang Group, Shanxi, China // *Rew. of Palaeobot. and Palynol.* 1998. V. 98. P. 15–25. doi.org/10.1016/s0034-6667(97)00022-5.

Yin L., Guan B. Organic-walled microfossils of Neoproterozoic Dongjia Formation, Lushan County, Henan Province, North China // *Precambrian Res.* 1999. V. 94. P. 121–137. doi.org/10.1016/s0301-9268(98)00115-6.

Zang W.L., Walter M.R. Late Proterozoic and Cambrian microfossils and biostratigraphy, Amadeus Basin, Central

Australia. Brisbane: Association of Australian Paleontologist (Vol. 12), 1992. 132 p.

Zhizn' rastenii. Vodrosli. Lishainiki [Plant life. Algae. Lichens] / *Ed. M.M. Gollerbach.* M.: Prosveshchenie, 1977. V. 3. 487 p. (in Russian).

Zhmur S.I., Gorlenko V.M. Priroda kuonamskikh goryuchikh slantsev kembriya Sibirskoi platformy [Nature and origin of Kuonama Cambrian oil shales of Siberian platform] // *Lithology and mineral deposits.* 1990. No. 3. P. 122–126 (in Russian).

Сведения об авторах:

Станевич Аркадий Михайлович, доктор геол.-минер. наук, Институт земной коры СО РАН (ИЗК СО РАН), г. Иркутск. E-mail: stan@crust.irk.ru

Пучков Виктор Николаевич, член-корреспондент РАН, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: puchkv1@ufaras.ru

Корнилова Татьяна Александровна, Институт земной коры Сибирского отделения Российской Академии наук (ИЗК СО РАН), г. Иркутск.

Сергеева Нина Дмитриевна, кандидат геол.-минер. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: riphey@ufaras.ru

Максимова Евгения Николаевна, доцент, канд. биол. наук, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Иркутский государственный педагогический университет (ГОУ ВПО ИГПУ), г. Иркутск. E-mail: evgeniya_chatta@mail.ru

About the authors:

Stanevich Arkadii Mikhailovich, doctor of geological and mineralogical sciences, Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk. E-mail: stan@crust.irk.ru

Puchkov Viktor Nikolaevich, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (RAS), Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: puchkv@ufaras.ru

Kornilova Tatayna Aleksandrovna, Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk. E-mail: stan@crust.irk.ru

Sergeeva Nina Dmitrievna, candidate of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: riphey@ufaras.ru

Maksimova Evgeniy Nikolaevna, assistant professor, candidate of biological sciences, State Pedagogical University, Irkutsk. E-mail: evgeniya_chatta@mail.ru