

УДК 551.72.025.2:56.016

ИХНОФОССИЛИИ – НОВЫЙ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ В СТРАТОТИПЕ ПОЗДНЕГО ДОКЕМБРИЯ УРАЛА

© 2013 г. Ю. Р. Беккер

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт
199106, г. Санкт-Петербург, Средний пр., 74

Поступила в редакцию 27.04.2011 г.

В стратотипе позднего докембрия Южного Урала выявлен разнообразный комплекс ихнофоссилий, имеющий региональное развитие. Изложена методика поисков древних следов жизнедеятельности в складчатых областях и горнорудных районах. Приведено описание и изображение новых и редких ископаемых следов, что позволило изменить палеонтологический облик некогда немых стратонов. Выделяются ихноассоциации, и рассматривается вопрос о возрасте стратонов в связи с проблемой границы кембрия/докембрия.

Ключевые слова: *поздний докембрий, стратотип, эдиакарий, ихностратиграфия, ихнофоссилии, граница кембрия/докембрия.*

Такое разнообразие мнений о возрасте, какое было высказано об ашинской свите, встречается довольно редко даже для докембрия (Д.В. Наливкин. Геология СССР, 1962, с. 309).

ВВЕДЕНИЕ

Среди наиболее сложных геологических вопросов изучения Уральской складчатой области и сопредельных территорий – проблема границы кембрия/докембрия. Вопрос обсуждается почти 150 лет и до сих пор не имеет удовлетворительного решения. Проблема не только стратиграфическая, историко-геологическая или палеогеографическая, но и практическая, связанная с геологическим картированием многих пограничных комплексов докембрия/кембрия. Применение различных методов ознаменовалось частичными положительными результатами, но не решало проблему в целом. Положение изменилось в связи с открытием на Среднем, а затем и на Южном Урале эдиакарской фауны и ихнофоссилий. Но индикаторы границы докембрия/кембрия слабо изучены и почти не известны геологам, работающим в складчатых зонах. В статье приводятся изображения и описание ископаемых следов, установленных в стратотипе позднего докембрия Южного Урала.

Следы открыты в результате многолетнего изучения ашинской серии. Коллекция, насчитывающая более 200 отпечатков, зарегистрирована в ЦНИГРИ-музее СПб (№ 1/11406). На начальном этапе работы (1987 – 1989 гг.) в ней участвовал Н.В. Кишка.

К МЕТОДИКЕ ПОИСКА ДРЕВНИХ ИХНОФОССИЛИЙ В СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЯХ

Поиски древних палеонтологических объектов достаточно сложны, требуют определенной под-

готовки и даже в этих случаях не всегда являются успешными. Можно привести немало примеров, когда не только региональные геологи, но и специалисты палеонтологи пропускали значительные местонахождения докембрийской органики. Трудности связаны с решением ряда вопросов:

1) где искать палеонтологические остатки, стратиграфический диапазон и экологические условия которых мало определены;

2) что конкретно надо искать (морфологический облик древних отпечатков многообразен);

3) как искать бесскелетные органические остатки, которые заметно отличаются от известных фанерозойских форм?

Своеобразие древних биот стимулирует корректировку уже апробированных и разработку новых методик сбора палеонтологического материала. Кроме того, поиски в складчатых областях имеют свои особенности, обусловленные не всегда лучшей сохранностью органических остатков в измененных и дислоцированных слоях, формирующих нередко разрезы, более представительные и полные по сравнению с их платформенными аналогами.

Особое место среди палеонтологических объектов занимают следы жизнедеятельности, методы выявления которых в складчатых областях почти не освещались в отечественных публикациях. С целью повышения результативности стратиграфических работ в горнорудных районах разработана методика их поиска, предусматривающая:

выявление формационных зон с перспективными полого-складчатыми структурами вне районов

распространения амфиболитового и гранулитового метаморфизма;

анализ последовательности древних толщ с целью выделения стратонов с возможным развитием ихнитов, наиболее полно представленных в тонкозернистых средах;

установление разрезов, благоприятных для проведения поисков и, в частности, характеризующихся наличием ритмитов, турбидитов, вмещающих крупнейшие местонахождения;

отбраковка конкретных коренных выходов для послойного изучения древних следов жизнедеятельности.

Практика показывает, что в складчатых областях только ограниченное количество обнажений пригодно для работ, связанных с детальным изучением первичных поверхностей напластования, прослеживания и послойного описания разновозрастных слоев с ихнофоссилиями.

Поиски целесообразно проводить комплексно со сбором бесскелетной фауны и изучением текстур и структур горных пород. Извлечение и транспортировка ископаемых следов требуют особого внимания, поскольку сохранность хрупкого материала во многом определяет успешность проведенных работ. При поисках ихнитов основное значение приобретают не сколы и отвалы горных пород, а первичные плоскости напластования на плитах мощностью 10–15 см. Ихнофоссилии на тонких плитах в отвалах обычно сохраняются фрагментарно, но указывают на возможность извлечения образцов, пригодных для изучения.

Учитывая ограниченную рельефность древних отпечатков, работы лучше проводить в утренние и вечерние часы, в местах, освещенных косыми лучами солнца, на отмытых и слегка выветрелых плоскостях напластования. Снимки и зарисовки поверхностей напластования – необходимый элемент полевой документации. Помимо основного снаряжения – геологического компаса, молотка, ножа и фотоаппарата, полезно иметь уплощенный ломик, небольшую кувалду и связку веревок для работы на крутых склонах или увязки хрупких плит. Для интересных находок заслуживают внимания практика отбора больших образцов (1–2 м²) для последующего изучения и музейного хранения [73].

В ряде случаев полевые наблюдения оказываются недостаточными для диагностики и реконструкции ихнофоссилий как сложных трехмерных объектов. Форма ископаемых следов жизнедеятельности восстанавливается с помощью продольных и поперечных шлифовок, а также химической препарировки [16]. Г.Н. Бушинским была предложена методика пропитывания полированных поверхностей различными маслами. Состав заполнения пор изучается в шлифах, а геохимические особенности – на основе аналитических данных.

Выявление ихнофоссилий в складчатых областях может позволить:

расчленить протерозой и на основе палеонтологических данных выделить венд и довендские образования;

обосновать возраст слоев, условно относимых к венду, и дать им палеонтологическую характеристику;

расчленить венд и установить его объем;

обособить маркирующие горизонты;

провести региональную, а иногда и межрегиональную корреляцию разнофациальных отложений позднего докембрия;

выявить первичную последовательность слоев в сложных складчатых разрезах;

разработать конкретную схему фациального строения и обособить батиметрически различные, в том числе и достаточно глубоководные, слои;

установить некоторые геохимические особенности сред формирования и, в частности, насыщенность древних осадков кислородом и органическим веществом.

Программу-максимум не всегда можно осуществить в конкретных структурных зонах. Но даже частичная реализация программы представляет существенный интерес для геологической практики и научных разработок, что позволяет рекомендовать картирование ихнофациальных сообществ в процессе детальных геологосъемочных работ.

Апробация настоящей методики на Урале привела к открытию ряда местонахождений ихнофоссилий к западу и востоку от горного хребта [3, 4, 6, 7].

ИХНОСТРАТИГРАФИЯ И БИОТИЧЕСКИЕ КРИЗИСЫ

Ихностратиграфия – особый раздел биостратиграфии, изучающий распределение ископаемых следов для установления возраста и корреляции отложений. В отличие от классической биостратиграфии, объектами ихностратиграфии являются не флора и фауна геологического прошлого, а следы жизнедеятельности, имеющие всесветное распространение в фанерозое и позднем докембрии.

Изучение ископаемых следов потребовало разработки специальных методик поиска, сбора и описания нового, иногда совершенно уникального материала [10, 33, 49, 53, 73]. Таким образом, ихностратиграфия обладает особым объектом изучения, а также специфическими методами и задачами исследования.

Среди задач ихностратиграфии: а) описание ихнотаксонов и выявление ихномаркеров; б) анализ последовательности ископаемых следов в опорных разрезах и создание зональных стандартов; в) увязка ихнозон с подразделениями общей стратиграфической шкалы; г) корреляция слоев с ихнофоссилиями.

Значение приобретают древнейшие ископаемые следы. Почти полное отсутствие скелетной фауны осложняет биостратиграфию позднего докембрия.

Выявление и изучение докембрийских ихнофоссилий наряду с бесскелетной эдиакарской фауной представляет практический интерес [19, 37]. Если в фанерозое стратиграфический потенциал ихнитов во многих случаях уступает ряду представителей скелетной фауны, то в позднем докембрии следы могут быть востребованы полнее для разработки биостратиграфических схем.

На Южном Урале в отложениях общей мощностью 2000–2500 м установлено несколько стратоноров с эдиакарской фауной и ихнофоссилиями (рис. 1). Базальные *бакеевские* слои ашинской серии с изотопным возрастом 609–615 Ma (K-Ar, Rb-Sr) по аутигенному Al-глаукониту содержат ограниченный спектр древнейших ископаемых следов, включающий мелкие *Planolites*, редкие *Bunyerichnus* и многочисленные проблематичные отпечатки близкие к *Intrites* [4, табл. I, фиг. 2.7]

Интерес представляет наличие *Bunyerichnus*, впервые описанного в слоях Брачина докембрия Австралии [49]. Генетическая природа биоглифа рассматривается неоднозначно, тем не менее, стратиграфические позиции *Bunyerichnus* в различных регионах во многом близки. Как в Австралии, так и на Урале биоглифы появляются позднее верхних тиллитов, но ранее основных местонахождений эдиакарской фауны. Среди ранних и редких эдиакарских медуз в бакеевских слоях описана *Beltanella* [3].

Следы жизнедеятельности, выявленные в *нижнебасинских* слоях, не смыкаются и отделяются от бакеевских урюкскими аркозами, лишенными макроорганики. Ихнофоссилии *нижнебасинских* ритмитов отличаются от бакеевских по появлению древнейших *Circulichnis*, *Gordia*, немногочисленных *Cochlichnis*. Слои с *Bunyerichnus* в *басинской* свите неизвестны и только мелкие *Planolites* связывают разноликие ихноассоциации. Эдиакарские

формы (*Medusinites*, *Nimbia*) *нижнебасинских* слоев образуют самостоятельную ассоциацию. Различие бакеевских и *басинских* биоассоциаций возможно обусловлено древнейшим биотическим кризисом в Агидельской биоте. *Верхнебасинская* ассоциация непосредственно смыкается с *нижнебасинской*, но четко обособляется по составу и разнообразию органических остатков. Среди отпечатков бесскелетных животных установлены как дискообразные (*Tirasiana*), так и первые стебельчатые (*Spicodiscus*) формы (рис. 2).

Отмечаются горизонтальные и немногочисленные вертикальные следы. В *верхнебасинских* турбидитах состав ихнофоссилий своеобразен. Наибольшего биоразнообразия ихниты достигают в кровле *басинской* свиты, в пределах *калгасинского* горизонта, образованного тонкослоистыми алеврититами и алевропелитами, залегающими выше турбидитов. Обращают внимание меандрирующие горизонтальные биоглифы *Palaeopascichnus delicatus*, *Nereites irregularis* и др. В *верхнебасинских* слоях появляются первые *Neonereites*, достигающие значительного разнообразия и проходящие в фанерозой.

Особый интерес представляет выявление следов, ранее известных по фанерозойским разрезам, таких как *Chondrites*, *Treptichnus*, в частности *T. pedum*, бусоподобных форм (*Fustiglyphus annulatus*), а также новых, несколько напоминающих палеодиктион (*Catellichnus*). Вертикальные следы представлены парными *Arenicolites* и более крупными формами подобными *Monocraterion* (табл. I, фиг. 2, табл. II, фиг. 12–15).

Значительная часть *зиганских* ихнородовых таксонов происходит из *басинских* слоев, что указывает на определенную общность несмыкающихся ихноассоциаций. Их разделяют почти немые куркура-

Рис. 1. Стратиграфическое распределение ихнофоссилий и эдиакарской фауны в стратотипе позднего докембрия Южного Урала.

Бесскелетная фауна (основные формы): 1. *Beltanella* cf. *gilesi* Sprigg, 2. *Beltanelliformis* sp. 3. *Ediacaria flindersi* Sprigg, 4. *Kullingia concentrica* Glaessner, 5. *Medusinites applanatus* Beck., 6. *Nemiana simplex* Palij, 7. *Nimbia occlusa* Fed., 8. *N. dniesteri* Fed., 9. *Paliella patelliformis* Fed., 10. *Planomedusites grandis* Sok., 11. *Pollukia serebrina* (Palij), 12. *Protodiplerosoma wardi* Sprigg, 13. *P. paulis* Beck., 14. *P. asymmetrica* Beck., 15. *Pseudorhizostomites howchini* Sprigg., 16. *Spicodiscus siganus* Beck., 17. *Swartpuntia* (?) sp., 18. *Tirasiana* sp., 19. Новые таксоны.

Ихнофоссилии (основные формы): 1. *Acanthorhapha incerta*, 2. *Arenicolites* isp., 3. *Bergaueria perata*, 4. *B. radiata*, 5. *Bunyerichnus* isp., 6. *Catellichnus oktanarius*, 7. *Chondrites targionii*, *C. patulus*, 8. *Chomatichnus loevecensis*, 9. *Cochlichnus* isp., 10. *Circulichnis montanus*, 11. *Curvolithus davidis*, 12. *Diplichnites* isp., 13. *Gordia arcuata*, 14. *G. marina*, 15. *Flexorhapha crassa*, 16. *Furculosus carpathicus*, 17. *Fustiglyphus annulatus*, 18. *Helminthorhapha miocenica*, 19. *Helminthopsis* cf. *granulate*, 20. *H. hieroglyphica*, 21. *Intrites punctatus*, 22. *Isopodichnus* cf. *problematica*, 23. *Laevicyclus* isp., 24. *Mammillichnis aggeris*, 25. *Margaritichnus* isp., 26. *Monocraterion* (?) *tentaculatum*, 27. *Monomorphichus* isp., 28. *Neonereites biserialis*, 29. *N. renarius*, 30. *N. multiserialis*, 31. *N. uniserialis*, 32. *Nereites* cf. *jacksoni*, 33. *N. macleoyi*, 34. *N. irregularis*, 35. *Chondrites intricatus*, 36. *C. stellaris*, 37. *Palaeopascichnus delicatus*, 38. *Palaeophycus tubularis*, 39. *P. aff. heberti*, 40. *Phycodes bilix*, 41. *P. cf. coronatum*, 42. *Planolites annularis*, 43. *P. ballandus*, 44. *P. beverleyensis*, 45. *P. cf. montanus*, 46. *Sokolovichnites* aff. *angelicae*, 47. *Torrowangea rosei*, 48. *Treptichnus pedum*, 49. *T. isp.*

Седиментология: I – Зарождение Агидельской биоты в морском трансгрессирующем бассейне. II – Вымирание биоты. Аллювиальная и прибрежно-морская седиментация. III – Возрождение биоты в условиях морского ритмичного осадконакопления. IV – Увеличение биоразнообразия в морских проксимальных турбидитах. V – Максимальное биоразнообразие в посттурбидитовом бассейне. VI – Обмеление бассейна. Предгорная седиментация. Постепенное вымирание биоты. Литологический крап соответствует условным обозначениям, принятым на геологических картах. Fe – базальные железные руды.

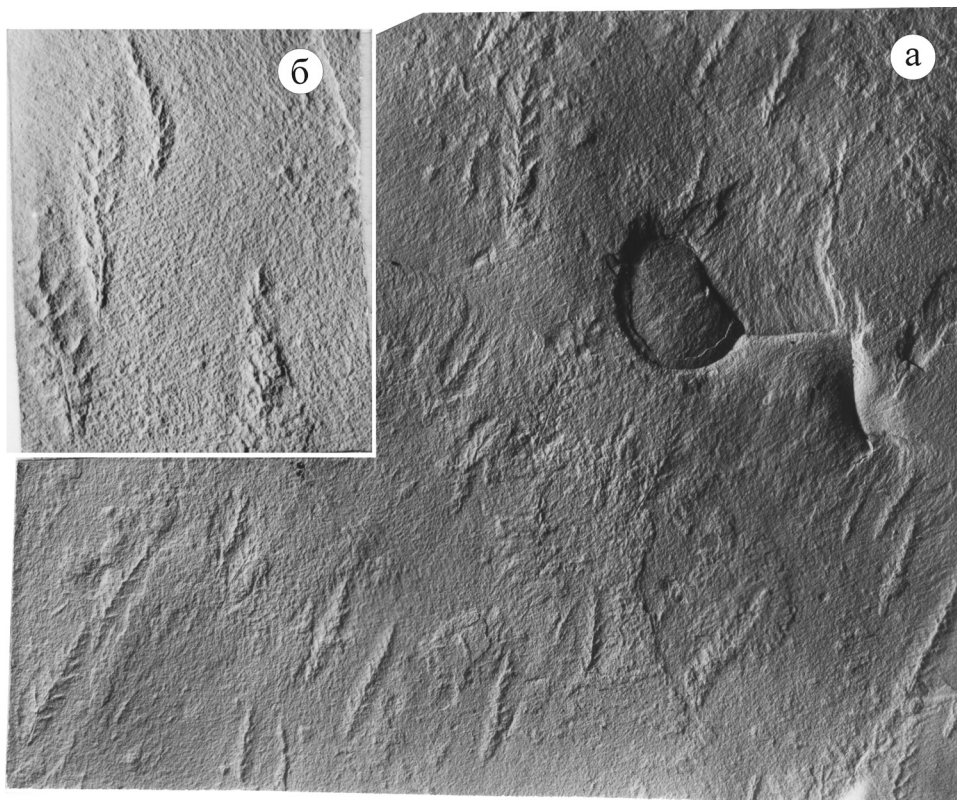


Рис. 2. Бесскелетная фауна ашинского времени.

Ориентировка стебельчатых отпечатков *Spicodiscus siganus* Becker. Басинская свита. Верховья р. Зиган. Увеличение: а – $\times 0.4$, б – $\times 1$. Зоны течений в ашинском палеобассейне.

укские слои, в которых ихниты, близкие к басинским, развиты лишь в базальных слоях. Обновление зиганского ихноценоза происходит как на родовом, так и на видовом уровнях. Ихнородовые новации представлены: *Acanthorhapha*, *Bergaueria*, *Mammilichnis*, *Margaritichnus*, *Torrowangea*. Среди зиганских форм *Nereites jacksoni*, *N. macleayi* и представители ихнорода *Planolites* – *P. montanus* и *P. beverleyensis*. Особенности зиганского ихноценоза скорее отвечают завершающему, а не начальному этапу развития биоты. Зиганские *Ediacaria*, *Kullingia*, *Protodiplerosoma* – наиболее молодые бесскелетные формы Агидельской биоты.

Микромир биоты представлен акритархами (*Bavlinella*, *Kildinella*, *Leiosphaeridia*) и скоплениями трубчатых водорослей (*Rudnjana*), выявленных Т.В. Янкаускасом на р. Зиган [9]. Обширные фотические зоны палеобассейна способствовали развитию фитопланктона.

Ископаемые следы *малоямантауских* (зиреклинских) слоев заметно отличаются от ашинских. Даже на уровне ихнородовых таксонов 80% появляются впервые, и только наличие широко распространенных *Planolites* связывает древние биоценозы. Своеобразие, возможно, обусловлено биотическим кризисом, в результате которого эдиакарская

фауна исчезла, а состав ихнофоссилий существенно обновился. Для малоямантаусского ихноценоза характерны многочисленные *Planolites* (в частности, *P. annularis*), *Palaeophycus*, *Chomatichnus*, *Curvolithus*, *Furculosus*. *Sokolovichnites* [7] тесно связан в разрезах Подолии с *Treptichnus pedum* – ихномаркером границы кембрия/докембрия. Ихниты установлены в красноцветных, завершающих малоямантаусский стратон, непосредственно под грубозернистыми песчаниками ордовика. Различия ашинских и малоямантаусских биоценозов не относятся к числу фациальных; литофации стратонов достаточно близки. Биоассоциации скорее указывают на разновозрастность субстратов и посташинский возраст малоямантауской свиты.

Принятый [22] позднедокембрийский возраст ашинской серии основывается на следующих данных:

1) угловых и стратиграфических несогласиях, отделяющих ашинские слои от палеонтологически доказанных ордовика, силура, девона [5];

2) изотопных датах [3] по бакеевскому аутигенному Al-глаукониту – 609–615 млн. лет (K-Ar, Rb-Sr);

3) открытии в ашинских отложениях эдиакарской фауны [6] – *Kullingia*, *Ediacaria*, *Protodipleurosoma* и др. (рис. 1); наличии микрофоссилий (*Bavlinella*, *Rudnjana* и др.), обычных для венда [22];

4) геологической корреляции с вендом Среднего и Северного Урала и востоком платформы.

Что нового вносят ихнофоссилии в вопрос о возрасте ашинской серии?

Бакеевские и нижебасинские ихниты не противоречат вендской трактовке возраста субстрата. В вышележащих ашинских слоях наряду с докембрийскими ихнофоссилиями (*P. delicates*) и эдиакарскими формами (рис. 1) появляются ихниты, распространение которых не выходило за пределы фанерозоя (*Acanthorhapha*, *Chondrites*, *Diplichnites*, *Fustigliphus*, *Isopodichnus*, *Oscillorhapha*), а также немногочисленные следы, принадлежащие к зональным формам границы кембрия/докембрия (*Treptichnus pedum*).

Учитывая, что следы жизнедеятельности развиты в отложениях, содержащих эдиакарскую фауну, можно полагать, что новые материалы уточняют распространение ихнитов в позднем докембрии. Вместе с тем, не исключены и другие варианты, если критерии границы кембрия/докембрия будут приняты едиными для эдиакарских биот Европы. Новые данные по составу ашинского ихногенеза позволяют полагать, что лишенная эдиакарской фауны малоямантауская ихноассоциация может принадлежать низам нижнего кембрия. Выявление и изучение ихнофоссилий свидетельствует о значительном бентосе ашинского времени. Анализ последовательно сменяющихся бесскелетных форм и ихноассоциаций показывает, что по мере омоложения состав древнейшей биоты качественно усложнялся и достиг максимума в верхнебасинское время.

Одним из важных источников развития биоты являются пищевые ресурсы, достаточно многообразные в осадках моласс. По способу питания в ашинском бентосе могут быть выделены: илоеды, поглощающие слабо калорийные донные осадки и формирующие различные меандрирующие следы; фильтраты, извлекающие тонкодисперсный органический материал не из осадков, а из придонных взвесей.

Косвенные признаки указывают и на возможность существования в составе биоты хищников. В верхах ашинских отложений отмечаются *Bergauerea* – следы, образованные актиниями [53, 73]. Современные их представители – хищники, регулирующие численность медуз в морях и океанах. Образ жизни актиний зародился в древних бассейнах, где медузы имели значительное распространение и, по-видимому, не претерпел радикальных изменений.

Развитие Агидельской биоты осложнялось непродолжительными биотическими кризисами. Существенное значение имели урюкский, куркураукский и посташинский кризисы и со-

путствующие вымирания. Ранний урюкский кризис затронул бакеевскую ассоциацию и заметно обновил состав биоты. Куркураукский кризис проявился в фазе максимального развития Агидельской биоты. Вымирание было неполным и ступенчатым. В ходе зиганской трансгрессии морская биота восстановилась и продолжала унаследованное развитие в несколько обедненном виде.

Наиболее значительный посташинский кризис привел к полному вымиранию бесскелетной фауны и некоторому изменению ихновидового сообщества. Обширные бесскелетные комплексы исчезли не только на Урале, но и в других регионах Земли. Развитие ихнофоссилий избежало столь пагубного результата.

Вендские биотические кризисы свидетельствуют о недостаточной устойчивости ранних биосистем к внешним воздействиям. Основное значение среди внешних факторов имели сравнительно кратковременные регрессии морского бассейна, обусловленные процессами горообразования. Формирование горных систем расширяло поверхность суши, омолаживало палеорельеф и увеличивало привнос грубообломочного материала. Поднятия вели к отступанию, обмелению и опреснению бассейна и возникновению новой фациальной зональности с широким развитием грубозернистых прибрежных и аллювиальных сред, малоблагоприятных для существования и сохранения бесскелетных форм и следов жизнедеятельности.

Биотические кризисы радикально не изменили общую структуру Агидельской биоты, но способствовали неравномерному распределению бесскелетных организмов во времени и в пространстве.

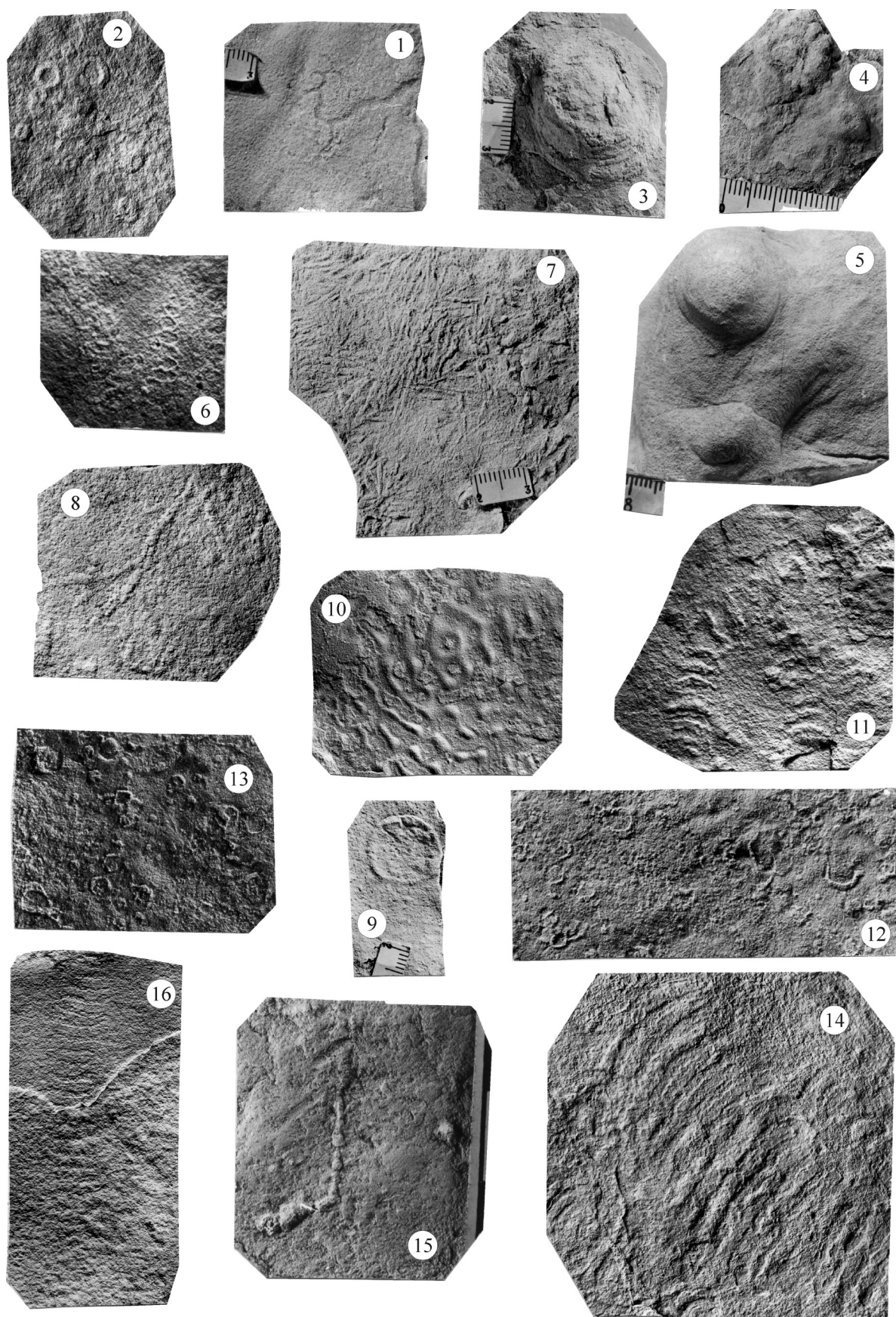
МОРФОЛОГИЯ ДРЕВНИХ ИХНОФОССИЛИЙ

Ихнофоссилии – новый палеонтологический объект в стратотипе верхнего докембрия Южного Урала. Размеры статьи не позволяют привести полное описание ископаемых следов, систематика которых недостаточно разработана; дана характеристика лишь основных форм Агидельской биоты. Описание сопровождается диаграммами таксонов, отсутствующих в отечественной литературе. Облик некоторых вертикальных и горизонтальных биоглифов восстанавливается с помощью параллельных пришлифовок. На современной стадии изучения древнейшего органического мира природа биоглифов не всегда трактуется однозначно. Как показывает фанерозойская практика, со временем генетические вопросы находят решения, что позволяет с большей полнотой оценить потенциал проблематичных форм [17, 21, 23, 28, 29, 42, 56, 58, 64, 76].

Ихнород *Acanthorhapha* Ksiazkiewicz

Диагноз. Тонкие ветвящиеся нерегулярно меандрирующие следы с боковыми шиповидными аппендиксами [60, 72].

Таблица I



Acanthorhapha incerta Ksiazkiewicz

Табл. I, фиг. 1

Диагноз. Узкие, нерегулярно изгибающиеся, ветвящиеся следы с короткими аппендиксами, отходящими почти под прямым углом обычно от выпуклых меандр [60, 72, 78].

Описание. Горизонтальный след на поверхности тонкоплитчатого слоистого мелкозернистого песчаника в форме узкого, рельефно изгибающегося микротуннеля с преимущественно односторонними короткими нерегулярными боковыми отростками, выходящими почти под прямыми углами (70–90°) большей частью от выпуклых дуг.

Размеры (мм): протяженность следа – более 25, диаметр – 1–1.5, длина боковых отростков – 2–5. Параметры голотипа: протяженность – 40, ширина – 1, длина аппендиксов 1–2 и более [60, 78].

Сравнение. Сопоставление морфологических особенностей указывает на подобие развитых на Урале и в Карпатах разновозрастных следов. Голотип характеризуется несколько большей протяженностью по сравнению с уральским фрагментом, но размер не входит в число диагностических признаков ихновида. Кривизна следов нерегулярна и заметно изменяется даже в отпечатках близкого возраста [60, 72, 78].

Распространение. Кайнозой, мел Польских Карпат. В 1986 г. их аналоги отмечены в позднем докембрии Южного Урала.

Материал. Редкий отпечаток из отложений зиганской свиты ашинской серии. Водораздел рр. Таката и Зилим.

Ихнород *Arenicolites* Salter

Диагноз. Вертикально ориентированные U-образные следы без горизонтальных перегородок-докшпреитов [47].

Arenicolites isp.

Табл. I, фиг. 2

Описание. В позитивном гипорельефе следы сохраняются на подошве бордового слоистого алевролита в виде парных, тесно расположенных и подобных по размеру и форме овалов. В групповых скоплениях отмечается до пяти парных обособлений. Заполнение следа близко вмещающим слоям. Вокруг выхода норки на поверхность иногда сохраняются неровности, связанные с переработкой осадка. Ассоциируют с *Gordia*.

Размеры (мм): диаметр норки – 3–5; расстояния между ними в парных сочетаниях – 2–6.

Сравнение. Текстуры интерпретируются как горизонтальные срезы U-образных вертикальных норок. Сложность прослеживания норок в вертикальных сечениях препятствует более точному определению. Уральские отпечатки, в отличие от некоторых позднефанерозойских [53], характеризуются

Таблица I

Фиг. 1. *Acanthorhapha incerta* Ksiazkiewicz, негативный эпирельеф, зиганская свита р. Такаты. Обр. 60/89, ×1.

Фиг. 2. *Arenicolites isp.* Позитивный гипорельеф, зиганская свита, р. Зиган. Обр. 355/87 ×1.

Фиг. 3. *Bergaueria perata* Prantl. Позитивный гипорельеф. Зиганская свита района д. Сосновки. Обр. 348/89, ×1.

Фиг. 4. *Bergaueria radiata* Alpert в ассоциации с *B. perata* Prantl. Позитивный гипорельеф, зиганская свита, район д. Сосновки. Обр. 348/89, ×1.

Фиг. 5. *Bergaueria isp.*, позитивный гипорельеф, р. Вижай, устьсылвицкая свита сылвицкой серии Среднего Урала. Обр. 86, ×1.

Фиг. 6. *Catellichmus oktonarius* Becker. Голотип. Позитивный эпирельеф, р. Рязук, басинская свита ашинской серии. Обр. 176/86, ×1.

Фиг. 7. *Chondrites intricatus* Brong., позитивный гипорельеф, р. Манайсу (басс. Р. Белой). Басинская свита ашинской серии. Обр. 304/87, ×1. *Chondrites stellaris* Uchman. Низ отпечатка, левее масштабной линейки.

Фиг. 8. *Chondrites targionii* Brong., позитивный гипорельеф, р. М. Рязук. Верхи басинской свиты

ашинской серии, Южный Урал. Обр. 304⁶/87, ×1.

Фиг. 9. *Circulichnis montanus* Vialow., позитивный гипорельеф, р. М. Рязук. Басинская свита ашинской серии, Южный Урал. Обр. 110, 314/87, ×1.

Фиг. 10. *Rhombidictyon uphimus* igen, isp.n. Голотип. Р. М. Рязук, верхнебасинские слои ашинской серии Южного Урала. Обр. 358/86, ×1.

Фиг. 11. *Diplichnites isp.* Позитивный гипорельеф, калгасинская пачка басинской свиты ашинской серии, р. М. Рязук (басс. Р. Белой). Обр. 307⁶/87, ×1.

Фиг. 12. *Gordia arcuata* Ksiaz. Позитивный семирельеф, р. Манайсу. Басинская свита ашинской серии Южного Урала. Обр. 325/89, ×2.

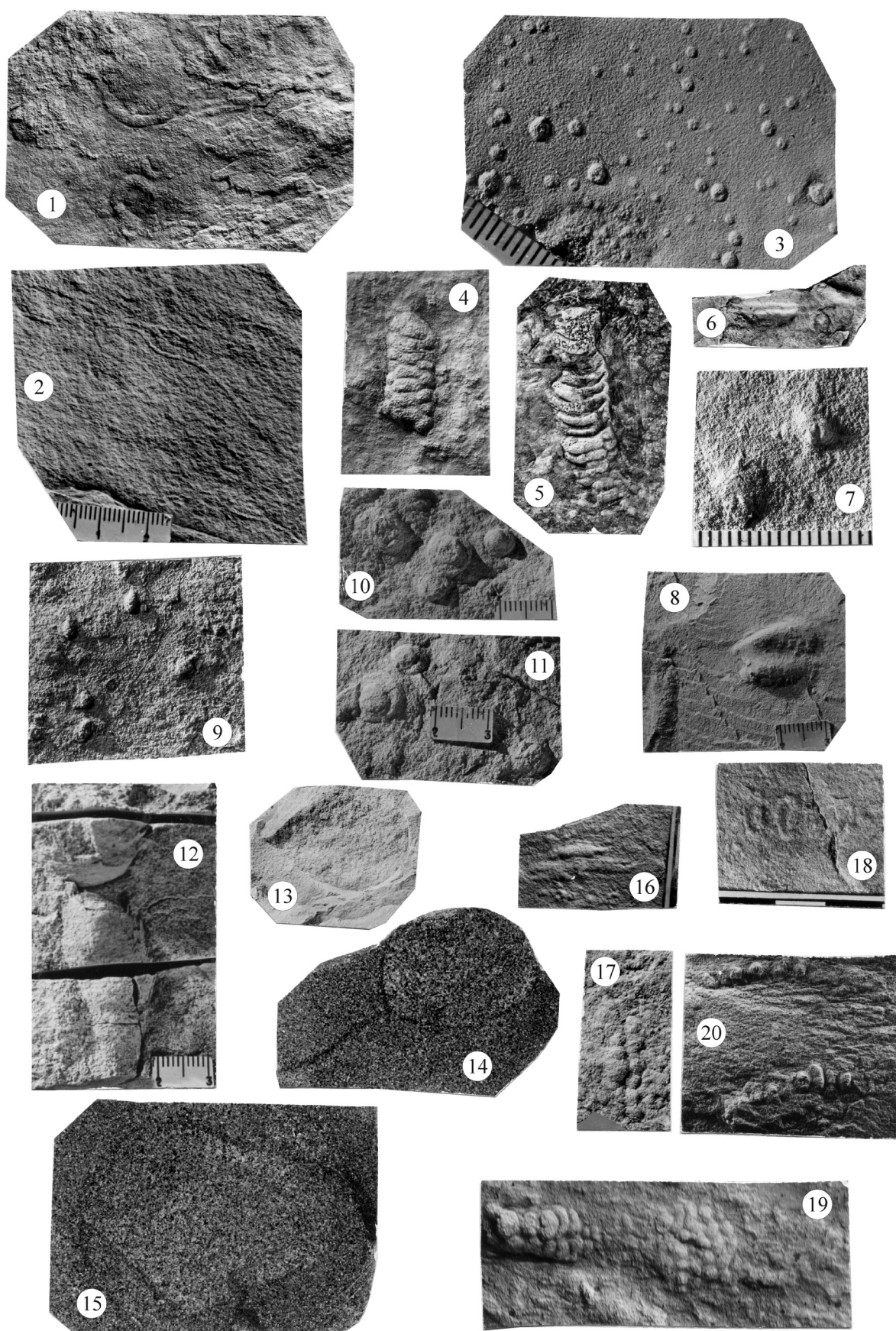
Фиг. 13. *Gordia marina* Emmons. Позитивный семирельеф р. Манайсу. Басинская свита ашинская серии Южного Урала. Обр. 325⁴/89, ×2.

Фиг. 14. *Flexorhapha crassa* (Heer). Негативный семирельеф, р. М. Рязук, калгасинская пачка басинской свиты ашинской серии. Обр. 318⁶/87, ~×1.

Фиг. 15. *Fustiglyphus annulatus* Vialov. Позитивный гипорельеф, калгасинская пачка басинской свиты р. М. Рязук. Обр. 307⁶/87, ~×2.

Фиг. 16. *Helminthorhapha miocenica* Sacco. Позитивный гипорельеф, калгасинская пачка басинской свиты, р. Мендым. Обр. 344/87, ×1.

Таблица II



ются небольшими расстояниями между норками и по этому параметру подобны *Arenicolites* из венд-кембрийских слоев Канады и Англии [45, 32].

Замечание. Следы обычны для сублиторали [66]. В современных обстановках близкие отпечатки установлены на различных глубинах до 1000 м.

Распространение. От венда–кембрия до эоцена при широком развитии позднефанерозойских форм. Нижняя возрастная граница устанавливается неоднозначно.

Материал. Пять экземпляров из калгасинской пачки басинской свиты ашинской серии р. М. Рязяк, Южный Урал.

Ихнород *Bergaueria* Prantl

Диагноз. Вертикальные норки цилиндрические до полусферических с бестекстурным заполнением. В поперечном сечении норки округлые до эллиптических. Основание следа с или без небольшого центрального углубления и радиальных насечек [65, 73].

Bergaueria perata Prantl

Табл. I, фиг. 3

Диагноз. *Bergaueria* с округленным основанием и одной или несколькими центральными депрессиями, от которых могут отходить радиальные насечки [65].

Описание. Вертикальные, в поперечном сечении округлые следы с почти гладкой или овально ориентированной внешней стенкой и небольшой центральной депрессией с нерегулярными слабыми радиальными насечками. Наблюдаются на единичных поверхностях с *B. radiate*.

Размеры (мм): диаметры изменяются от 8 до 24, диаметр центральной депрессии – 2.

Сравнение. Ископаемые следы меньше голоти-па, диаметр которого достигает 40 мм [52], но больше минимальных *Bergaueria* (5). Значительные изменения в размерах присущи таксону. Соответствуют диагнозу ихновида. Близки *B. perata* из мела Западной Европы [57, табл. I, фиг. 6]. Крупные отпечатки описаны в хмельницкой свите балтийской серии Приднестровья как *B. major* Palij.

Распространение. Поздний докембрий и разновозрастные слои фанерозоя.

Материал. Немногочисленные экземпляры из зиганской свиты района д. Сосновка. Ашинская серия Южного Урала. *Bergaueria* установлены на р. Вижай в низах устьсылвицкой свиты. Сылвицкая серия Среднего Урала (Табл. I, фиг. 5).

Bergaueria radiate Alpert

табл. I, фиг. 4

Диагноз. *Bergaueria* с рельефными радиальными хребтиками вокруг единственной центральной депрессии [27, 65].

Таблица II

Фиг. 1. *Helminthopsis* cf. *granulate* Ksiaz. Позитивный семирельеф. Район д. Сосновки, зиганская свита ашинской серии. Обр. 348/89, $\times 1$.

Фиг. 2. *Helminthopsis hieroglyphica* Heer. Позитивный семирельеф, р. Нугуш, басинская свита ашинской серии. Обр. 158/89, $\times 1$.

Фиг. 3. *Intrites punctatus* Fed., позитивный гипорельеф, р. Манайсу. Басинская свита ашинской серии. Обр. 325/89, $\times 2$.

Фиг. 4, 5. *Iterichnus ternarus* igen, isp.n. 4. – Голо-тип. Позитивный семирельеф, р. Манайсу. Басинская свита ашинской серии. Обр. 333/89, $\times 2,5$. 5 – Обр. 330/89. Местонахождение и возраст те же. $\times 3$.

Фиг. 6–8. *Isopodichnus* isp. Позитивный гипорельеф, калгасинская пачка басинской свиты. 6 – лентовидный след, р. М. Рязяк. Обр. 358/86, $\times 1$; 7 – след типа кофейного зерна, р. Б. Рязяк. Обр. 300/87, $\times 2$; 8 – р. Манайсу. Обр. 333/89, $\times 1$; таксономическая принадлежность ихнофоссилии оценивается неоднозначно: *Isopodichnus* [38, 48, 53, 68], *Crusiana* [33, 43] или *Rusophycus* [43].

Фиг. 9. *Lockeia avalonensis* Fillon, Pickerill. Позитивный гипорельеф, р. Урюк, басинская свита. Обр. 400/89, $\times 1$.

Фиг. 10, 11. *Mammilichnis aggeris* Cham. Позитивный гипорельеф, р. М. Рязяк, Южный Урал. Обр. 348/89, $\times 1$.

тивный гипорельеф, р. Каранюрт. Зиганская свита ашинской серии. 10 – обр. 307-1/89, $\times 1$; 11 – обр. 307-2/89.

Фиг. 12–15. *Monocraterion* (?) *tentacullatum* Torell. р. Манайсу. Басинская свита ашинской серии. Обр. 330^а/89. 12 – Вид сбоку с двумя горизонтальными плоскостями шлифовки, $\times 1$; 13 – вид сверху, $\times 0,6$; 14 – нижняя шлифовка – поверхность А с дугой, выходящей за пределы воронки, $\times 1,2$; 15 – верхняя шлифовка – поверхность В с дугой и фрагментами радиальных насечек вдоль внешнего контура воронки, $\times 1,2$.

Фиг. 16. *Monomorphichnus* isp. Позитивный гипорельеф. Р. М. Рязяк. Калгасинская пачка басинской свиты. Обр. 358/86, $\times 1$.

Фиг. 17. *Neonereites biserialis* Sei. Позитивный гипорельеф. Р. Каранюрт, зиганская свита ашинской серии. Обр. 315^а/89, $\times 1$.

Фиг. 18. *Neonereites renaris* Fed. Позитивный гипорельеф, р. М. Рязяк. Калгасинская пачка басинской свиты ашинской серии. Обр. 307^а/87, $\times 1$.

Фиг. 19. *Neonereites multiserialis* Pickerill, Harland. Позитивный семирельеф. Р. Манайсу. Басинская свита ашинской серии. Обр. 330^а/89, $\times 3$.

Фиг. 20. *Neonereites uniserialis* Sei. Позитивный гипорельеф. Р. Б. Рязяк. Верхняя басинской свиты ашинской серии. Обр. 300^а/1987, $\times 1$.

Описание. Округлый вздутый отпечаток с обособленной центральной депрессией, от которой отходят нерегулярные радиальные бороздки, глубоко рассекающие приподнятую внешнюю часть следа на разные по размеру сегменты, тесно примыкающие друг к другу. В пределах отдельных сегментов сохраняются слабые радиальные насечки и вторичные радиальные хребтики. Высота отпечатка меньше его диаметра.

Размеры (мм): диаметр отпечатка – 20 (у голотипа – 28, у паратипа – 19), у центральной депрессии – 10. Число сохранившихся радиальных борозд – 6 (у голотипа – 8–10).

Сравнение. По морфологическим параметрам уральский экземпляр отвечает голотипу [27], характеризуясь менее регулярной радиальной ребристостью.

Распространение. Зиганские отложения ашинской серии.

Материал. Редкий экземпляр из района пос. Соновка на Южном Урале.

Ихнород *Catellichnus* Becker

Этимология. *Catella* [лат.] – цепочка.

Диагноз. След жизнедеятельности в виде сопряженных синусоидальных гармоник, образующих протяженную цепочку замкнутых и полузамкнутых ячеек.

Catellichnus oktonarius Becker

Табл. I, фиг. 6

Этимология. *Oktonarius* [лат.] – восьмеричный.

Диагноз. Тот же, что и для ихнорода.

Описание. На поверхности бордового алевропелита в позитивном эпирельефе представлена совокупность двух синусоидальных траекторий, наложенных друг на друга. След в зонах сочленения несколько деформирован и образует конусовидную цепочку, состоящую из 6 замкнутых и 2 полузамкнутых ячеек, имеющих овальную, эллипсовидную и сглажено шестигранную форму. Особенностью двух из них является наличие тонких морщинок, отходящих от краевых зон и затухающих в центре.

Размеры (мм): протяженность следа 18, ширина последовательно возрастает от 3 до 7. Параметры элементарных ячеек 3×5 .

Сравнение. Отпечаток напоминает некоторые сетчатые формы позднего фанерозоя. Но в этой ассоциации след обособляется ограниченным использованием пространства в пределах узкой однорядной цепочки.

Распространение. Венд, ашинская серия, басынская свита басс. р. Рязузяк

Материал. Полно сохранившийся отпечаток и фрагменты.

Ихнород *Chondrites* Sternberg

Диагноз. Туннельная система, состоящая из многих главных стволов, открытых и уходящих на глубину, формируя ветвистые сети [78, 79].

Видовой состав. На основе ревизии около 150 форм *Chondrites* выделено [46] четыре ихновида (*C. intricatus*, *C. patulus*, *C. recurvus*, *C. targionii*), диагнозы которых четко различаются. Позднее обособлено еще несколько ихновидов, требующих апробации.

Chondrites intricatus (Brongniart)

Табл. I, фиг. 7

Диагноз. Системы прямых и слабо изогнутых нор диаметром обычно до 1 мм, формирующих многочисленные пучки, ветвящиеся под острыми ($<45^\circ$) углами [46, 57, 78, 79].

Описание. В позитивном гипорельефе на поверхности тонкозернистого безизвестковистого песчаника сложная система многочисленных ходов, разветвляющихся под острыми углами. Преобладает двупорядковая система ветвистости. Разнонаправленные пучки прямых и слабо изогнутых тонких нор, сближаются в центре, тесно примыкая друг к другу. Ассоциируют с круговыми *C. stellaris*.

Размеры (мм): диаметр нор – 0.7–1.1; длина – 5–15. Общие параметры следа – 40×60 .

Сравнение. Уральские формы соответствуют диагнозу *C. intricatus*. По морфологическим параметрам близки следам жизнедеятельности мела Западной Европы [78, 57, табл. II, фиг. 2.1]. Обилие нор на поверхностях напластования – примечательная особенность таксона. От *C. targionii* отличается наличием многочисленных разнонаправленных, обычно соприкасающихся пучков нор.

Распространение. Поздний фанерозой Западной Европы, поздний докембрий Южного Урала.

Материал. Редкие экземпляры из басынской свиты, ашинской серии р. Манайсу в басс. Р. Белой.

Chondrites stellaris Uchman

Табл. I, фиг. 7

Диагноз. *Chondrites* с короткими и прямыми ветвями, формирующие изолированные круговые орбиты. Угол ветвления острый ($<45^\circ$). Ширина туннелей – 0.6–1 мм. Протяженность следа – до 30 мм [79].

Описание. На поверхности тонкозернистого песчаника – небольшие следы в форме примыкающих друг к другу прямых и тонких радиусов, расходящихся от центра по круговой орбите. Ветвление преимущественно второго порядка с углами менее 40° . Рельефность следа неоднородна, некоторые норки прерываются, образуя на уплощенной поверхности пунктирные формы.

Размеры (мм): ширина нор – 0.6–1.2; длина – 11; диаметр следа – около 15.

Сравнение. По размеру и морфологии лучистые следы соответствуют голотипу из мел–эоценового флиша Австрии и Германии [79].

Распространение. Поздний докембрий Урала, поздний фанерозой Западной Европы.

Материал. Несколько экземпляров из басинской свиты, ашинской серии р. Манайсу Южного Урала.

Chondrites targionii (Brongniart)

Табл. I, фиг. 8

Диагноз. *Chondrites* с последовательной первичной ветвистостью. Угол ветвления обычно острый. След слабо изгибается [78].

Описание. В позитивном гипорельефе сохранился фрагмент разветвляющейся системы с углами около 35°. Первое раздвоение наблюдается четко, тогда как второе выражено локально и менее ясно. Краевая система ходов несколько деформирована и смещена. По простирацию след теряет свою прямолинейность и несколько изгибается, сохраняя уплощенный облик. Поверхность норок на субпараллельных плоскостях напластования неровная, местами усложнена поперечной морщинистостью. Элементы нерегулярной поперечной сегментации известны в позднефанерозойских формах [74].

Размеры (мм): ширина норок – 2–2.5, а протяженность следа > 60, что отвечает распространенным узким следам [59].

Сравнение. Особенности южноуральского экземпляра соответствуют диагнозу *C. targionii*. Ихновиду принадлежат и среднеуральские формы в кровле сыльвицкой серии Широковского водохранилища [2]. Они характеризуются несколько большей амплитудой изгиба и пиритизированностью субстрата. Система ветвления древних следов принципиально не отличается от той, что описана в фанерозое [62, 53, 59, 78], но интенсивность ветвления несколько ослаблена. Близость строения разновозрастных *Chondrites* указывает на общность продюсеров, обитавших в морских средах.

Распространение. От венда–кембрия до кайнозоя, при широком развитии фанерозойских и ограниченном докембрийских форм [82]. По другим представлениям [38], появление ихнитов относится к томмотскому ярусу нижнего кембрия.

Материал. Редкий экземпляр из калгасинской пачки басинской свиты ашинской серии на р. М. Рязук, Южный Урал.

Ихнород *Circulichnis* Vialov

Диагноз. Кольцевой след, образованный одним валиком [11].

Circulichnis montanus Vialov

Табл. I, фиг. 9

Диагноз. Тот же, что для ихнорода.

Описание. Следы сохраняются в позитивном гипорельефе на подошве тонкозернистых песчаников и алевролитов в форме замкнутых овалов, образующих почти правильные круги. Ширина стенки овала меняется. Утолщение овала интерпретируется как завершение продюсером кругового движения и возвращение в начальную позицию, иногда с замыканием “внахлест”, отмеченное и на приднепровском материале [13]. След имеет невыдержанную рельефность, местами заметно понижается и почти прерывается. Поверхность следа ровная гладкая или покрыта нерегулярными поперечными насечками. Переход во вмещающие слои то постепенный, то достаточно резкий. Внутренняя поверхность, ограниченная разломом, слабо бугристая, уплощенная, может нести одиночные радиальные микробороздки.

Размеры (мм): диаметр следа – 4–15, ширина стенки овала – 1–3.

Сравнение. По особенностям строения уральские следы подобны голотипу [11] и по размеру занимают промежуточную позицию между подольскими биоглифами (10 мм) и триасовым голотипом (40 мм), заметно отличаясь от больших канадских форм (до 153 мм). Кольцевые следы с диаметром 250–500 мм установлены в современных осадках на глубинах 3.7–4.8 км.

Распространение. Отнесение следов к числу “очень редких” [11] не в полной мере оправдалось при позднейших исследованиях, установивших их развитие от верхнего венда до квартала.

Материал. Одиночные формы из басинской свиты рек М. Рязук, Мендым и многочисленные экземпляры из зиганской свиты рек Зиган, Каранюрт ашинской серии Южного Урала. Предуральский прогиб. Скважина Ахмерово 6.

Ихнород *Diplichnites* Dawson

Диагноз. Двурядная следовая дорожка, разделенная междурядьем. Ориентировка удлиненных отпечатков в каждом ряду почти перпендикулярна продольной оси следа [43, 53].

Diplichnites isp

Табл. I, фиг. 11

Описание. Фрагмент следовой дорожки на поверхности бордового песчаника, в позитивном гипорельефе, в форме двух периклинально сходящихся рядов, разделенных междурядьем – центральным понижением шириной 5–14 мм. Каждый ряд включает около десятка субпараллельных отпечатков единой направленности. Симметрично распо-

ложенные парные отпечатки представлены преобладающими выпуклыми и редкими вогнутыми разновидностями. По простиранию одна разновидность иногда сменяет другую. Внешняя часть удлиненных отпечатков каждого ряда обычно более круто, чем внутренняя, переходит во вмещающую породу. Отпечатки следовой дорожки ориентированы под углами 60–90° по отношению к центральной оси следа. Близкая ориентировка наблюдается и во второй, неполно сохранившейся, следовой цепочке. Точечные отпечатки, рассматриваемые как следы когтей, сохранились фрагментарно во внешней краевой зоне междурядья. Общий план их расположения подобен известной схеме [52, фиг. 121]. По-видимому, след отражает передвижение билатерально симметричного организма с конечностями полукруглого сечения.

Размеры (мм): общая ширина следа – до 35, длина – более 40. Ширина валиков в рядах 1.5–3, длина 5–10; расстояние между валиками 1–3. Рельефность 1–1.5.

Сравнение. Уральский экземпляр соответствует ихнородовому диагнозу, близок типовому материалу [53, фиг. 39] и отвечает *Diplichnites isp.* A [43], а также некоторым формам из Северного Уэльса [36, Pl. 9d]. Своеобразие экземпляра определяется его периклинальным замыканием.

Замечание. *Diplichnites* традиционно рассматривается как трилобитовый след. Уральский отпечаток обнаружен в слоях с *Tirasiana* и ниже пачки с *Kullingia*, что, с одной стороны, вносит определенные коррективы в вопрос о времени появления древних членистоногих, а с другой – показывает необходимость ихновидового разделения *Diplichnites* для целей телекорреляции и установления докембрийско/кембрийской границы [37, 81].

Распространение. По опубликованным данным, от кембрия до триаса, при более широком развяти нижнепалеозойских форм.

Материал. Редкий образец из калгасинской пачки басинской свиты, ашинской серии на р. М. Рязяк Южного Урала.

Ихнород *Flexorhapse* Kappel

Диагноз. Неветвистые следы небольшого диаметра с меандрами первого порядка большой амплитуды, не всегда четко направленными [57].

Flexorhapse crassa (Heer)

Табл. I, фиг. 14

Диагноз. Тот же, что для ихнорода.

Описание. Меандрирующий след на поверхностях бордовых алевролитов и алевропелитов. Меандры параллельные сжатые, прямолинейные или слабо выпуклые с резкими перегибами. На поверхностях отпечатков наблюдается нерегулярная по-

перечная ребристость, обособляющая различные по протяженности сегменты. Сближенные меандры образуют удлиненную однонаправленную спираль. В поперечном сечении форма хода от округлой до уплощенной. Норка сложена материалом субстрата.

Размеры (мм): ширина норки – 1.5–3, меандр – 2–3.5. Амплитуда меандрирования – до 40. Отношение амплитуды к ширине меандр 13 : 1. Рельефность 0.5 и менее.

Сравнение. Уральские следы отвечают типовому материалу мела Германии [57, табл. VII-2, табл. VIII-6, табл. IX-4]. Близкие меандры известны в венд-кембрийских слоях Чейпел Айленд Ньюфаундленда [39, фиг. 7.2]. Южноуральские *F. crassa* отличаются от *Nereites irregularis* большей прямолинейностью сегментов меандр, меньшей сжатостью и крупными размерами.

Замечание. Систематическое положение меандр с поперечной сегментацией устанавливается неоднозначно: *Helmintoida serrate* [60], *H. crassa* [39] или *Nereites irregularis* Schaf. [78].

Распространение. Венд–олигоцен, при значительном развитии мезозойских, кайнозойских и ограниченном – более древних форм.

Материал. Восемь отпечатков из калгасинской пачки басинской свиты р. М. Рязяк, ашинской серии Урала.

Ихнород *Fustiglyphus* Vialov

Диагноз. Горизонтальные цилиндрические следы различной протяженности с четковидными, более или менее регулярными расширениями, без признаков ветвления [11, 53, 75].

Замечание. Бусоподобные биоглифы относились к *Rhabdoglyphus* Fuchs 1895. Кавказские формы Н.Б. Вассоевичем [8] были изображены [хотя и не описаны] как *R. grossheimi*. Следы установлены и детально изучены в Карпатах. О.С. Вялов [11] отметил разнородность следов, относимых к *Rhabdoglyphus* и выделил новый ихнород *Fustiglyphus*. А. Seilacher [72] включил *Rhabdoglyphus* в состав ихнорода *Hormosiroidea* Schaffer, 1926. А. Uchman [78] не рекомендовал *Rhabdoglyphus* к дальнейшему использованию. В результате ревизии [75] многие бусоподобные формы были отнесены к ихнороду *Fustiglyphus*. Судя по морфологическим параметрам, к таксону принадлежит и уральский экземпляр.

Fustiglyphus annulatus Vialov

Табл. I, фиг. 15

Диагноз. Тот же, что для ихнорода.

Описание. Сочетание в позитивном гипорельефе двух прямолинейных, но различных по размеру сегментов единого следа под углом 110°. На большем сегменте обособляются 8 бусоподобных утолщений, изолированных или парных, тесно при-

мыкающих друг к другу. Форма утолщений лишена постоянства и приближается в одних случаях к сфероидальной, в других – к чашеобразной. В пределах короткого, но несколько более широкого сегмента наблюдается только одно чашеобразное утолщение. Все расширения нанизаны на узкий горизонтальный цилиндрический стержень, контуры которого просматриваются в приконтактных зонах бусоподобных узлов. Оба сегмента следа завершаются широкими, несколько деформированными валиками, лишенными четкой структуры и фиксирующими, по-видимому, продвижение продюсера на поверхности субстрата. Бусоподобный след наложен на несколько приподнятую часть субстрата диаметром 44 мм. Поднятие отчетливо обособляется на поверхности тонкозернистого песчаника, благодаря круговым трещинам, маркирующим его контур. Сонахождение бусоподобных форм и округлых на поднятии субстрата отмечается и среди других местонахождений (Подолья и др.).

Размеры (мм): длина следа – 25; ширина стержня – около 0.5, его расширений – 1–1.5 при длине от 1 до 3. Коэффициент расширения (отношение ширины утолщения к ширине стержня) – около 3.

Сравнение. Уральский бусоподобный след близок, но не идентичен, меловым экземплярам Польских Карпат [60, pl. 3, фиг. 12]. Свообразными чертами древнего следа является деформированность краевых зон и криволинейность стержня. Впрочем, некоторые отклонения от прямолинейности отмечаются в ихнитах ордовика [75, рис. 4v] и мела [53, фиг. 43–3], что позволяет рассматривать изменения в пределах внутривидовой изменчивости таксона и влияния позднейших деформаций. Близкие по возрасту бусоподобные биоглифы развиты не только на Урале, но, по-видимому, и в Подольи, где они отнесены к эдиакарской фауне и описаны как *Atakia vermiformis* Paliĭ или как дисковидные слепки с примыкающим червеобразным телом [18, табл. XXIII, фиг. 4]. Биоглифы происходят из бернашевских слоев ярышевской свиты, содержащих эдиакарскую фауну и следы жизнедеятельности венда [15]. Общая конфигурация и особенности строения у подольских и уральских форм достаточно близки, но генетическая трактовка различна, что не исключает и иной подход к рассмотрению “червеобразного тела” как следа жизнедеятельности, несколько более крупного в сравнении с ашинским экземпляром. Отпечатки заметно обособляются от *Hormosiroidea florentina* Schaffer [62, табл. 78, фиг. 7], но принадлежат к единой обширной группе бусоподобных форм.

Распространение. Верхний кембрий, ордовик, девон, карбон [75], поздний фанерозой Карпат. Уральский след интересен как древнейший представитель длительно эволюционирующих бусоподобных ихнотаксонов.

Материал. Редкий экземпляр на поверхности тонкозернистого бескарбонатного песчаника калгасинской, пачки басинской свиты, ашинской серии р. М. Рязяк.

Ихнород *Gordia Emmons*

Диагноз. Горизонтальные свободно изгибающиеся, не ветвистые, но пересекающиеся следы постоянного диаметра, образующие характерные петлеобразные формы [43, 78].

Видовой состав. Среди древнейших *Gordia* – *G. arcuata* Ksiaz. и *G. marina* Emmons [типовой ихновид].

Gordia arcuata Ksiazkiewicz

Табл. I, фиг. 12

Диагноз. *Gordia* в форме небольших аркоподобных дуг, овалов, пересекающихся и плотно покрывающих подошву слоя [60].

Описание. В позитивном семирельефе на поверхности плитчатого песчаника многочисленные различно ориентированные аркоподобные дуги, раскрытые и замкнутые овалы. Короткие следы с гладкой поверхностью сближаются, утыкаются и пересекают друг друга.

Размеры (мм): диаметр следа – 0.5–0.8 и менее, длина – 4–5.

Сравнение. Уральские ихнофоссилии по морфологии, ширине норки подобны олигоценовому голотипу [60, pl. 20, фиг. 8], отличаясь меньшей плотностью заселения субстрата, что не препятствует ихновидовой идентичности, хотя их разделяет значительный временной интервал. Следы несколько большего размера известны в венд-кембрийских слоях гор Кассиар Канады [45].

Распространение. Оligocen польских Карпат, силур, венд-кембрий Канады, ашинская серия Урала.

Материал. Редкие образцы с многочисленными ходами из басинской свиты р. Манайсу, басс. р. Белой.

Gordia marina Emmons

Табл. I, фиг. 13

Диагноз. *Gordia* с протяженным, свободно изгибающимся тралом, формирующим петлеобразные знаки.

Описание. Следы на поверхностях мелкозернистого песчаника в форме неветвящихся тонких, то резко изгибающихся, то пологих дуг. Дуги пересекаются, но какого-либо закономерного рисунка часто не образуют. Характерные петлеобразные ходы появляются не регулярно и имеют то овальные, то угловатые очертания. Отмечаются следы в виде замкнутых или полузамкнутых восьмерок. Заполнение норки не отличается от вмещающего субстрата.

Размеры (мм): диаметр норки – около 1, длина следа – 30 и более.

Сравнение. Отпечатки с Южного Урала близки приведенному диагнозу. По морфологии и размерам они сопоставимы с *G. marina* венда Канады [61, фиг. 10a] и пограничных слоев кембрия-докембрия в свите Чейпел Айленд, пачки 2 Ньюфаундленда [39].

Распространение. От венда до олигоцена при развитии во многих молассовых комплексах.

Материал. Несколько экземпляров из зиганской свиты р. Зиган. Более редкие формы из басинской свиты ашинской серии р. Манайсу, басс. р. Белой.

Ихнород *Harlaniella* Sokolov

Диагноз. Плетевидные, несколько скрученные отпечатки с четкой косой морщинистостью [20].

Harlaniella uralica isp. n

Рис. 3

Голотип. ЦГМ № 1/11406 (обр. 304⁶/87) Башкортостан, басс. р. Белой. Ашинская серия. Верхнебасинские слои.

Диагноз. Почти прямолинейные *Harlaniella* с нерегулярной редкой косонаправленной морщинистостью.

Описание. На верхней поверхности алевролита относительно прямолинейный выпуклый след с четкой, но нерегулярной косой морщинистостью. Бороздки однонаправленные субпараллельные под углом около 20° разделяют отпечаток на различные по длине участки.

Размеры (мм): ширина следа – 3–4, морщин – 0.5–0.7, расстояние между морщинами изменяется в пределах 2–6. Длина следа – 30 и более.

Сравнение. В отличие от *H. podolica* характеризуется редкой и нерегулярной морщинистостью прямолинейных отпечатков.

Распространение. Верхнебасинские слои ашинской серии.

Материал. Экземпляр с р. М. Рязук, басс. р. Белой, и фрагменты.

Ихнород *Helminthopsis* Heer

Диагноз. Нерегулярно меандрирующие горизонтальные следы, обычно не пересекающиеся и не ветвящиеся [51, 52, 53].

Helminthopsis cf. *granulate* Ksiazkiewicz

Табл. II, фиг. 1

Диагноз. *Helminthopsis*, орнаментированный бородавками и бороздками, преимущественно вдоль оси следа [60].

Описание. На подошве бордового алевролита несколько субпараллельных тралов с различными синусоидальными, подковообразными, почти прямолинейными и даже парными сегментами, кото-

рые чередуются без ясной последовательности. Контуры сегментов не всегда четкие, а сочленение достаточно резкое, и местами нарушающее единство траектории. Поверхность следов тонко орнаментирована бороздками и разнородными бородавками, овальными, продольными и поперечными к оси норок. Орнаментация не регулярная, на одних сегментах частая, на других – редкая. Ширина и рельефность ихнитов заметно изменяется.

Размеры (мм): ширина – 2–4, протяженность сегментов – 10–15, следа >50.

Сравнение. Тонкая орнаментация позволяет отнести меандрирующие следы к *H. granulate*. Голотип из польских Карпат [60, табл. 12, фиг. 6] близок уральскому экземпляру, но имеет более крупный размер, что может быть обусловлено различными причинами. Своеобразие уральскому следу придают немногочисленные сегменты с двойным тралом.

Распространение таксона ограничивалось временным интервалом от ордовика до мела [51]. Ашинские следы – пример древних доордовикских форм.

Материал. Редкие экземпляры из зиганской свиты ашинской серии в районе пос. Сосновка, в ассоциации с эдиакарской фауной [4].

Helminthopsis hieroglyphica Heer

Табл. II, фиг. 2

Диагноз. *Helminthopsis* с нерегулярной сменой разных по форме и размеру сегментов: пологоизгибающихся, синусоидальных и почти прямолинейных, неоднородных по протяженности и направлению [60, 51].

Описание. На поверхности алевролита тонкие меандрирующие нити. Меандры широкие и нерегулярные. След образован устойчивым сочетанием относительно прямолинейных и полого синусоидальных сегментов, различных по размеру и направленности. Стыковка сегментов достаточно четкая, без разрыва единства трала. Поверхность следа



Рис. 3. След *Harlaniella uralica* isp.n. р. М. Рязук. Верхнебасинские слои ашинской серии. Обр. 304⁶/87, $\times 1.5$.

лишена продольного орнамента, но несет нерегулярную слабо рельефную поперечную штриховку.

Размеры (мм): ширина – 0.6–1.2, протяженность сегментов – 10–20, следа – >60.

Сравнение. Трал подобен типовому варианту [51, фиг. 6B], а след его – лектотипу [60].

Распространение. Ашинская серия Урала. Ихно-вид известен от кембрия до олигоцена [51].

Материал. Немногочисленные экземпляры из басинских слоев рек Нугуша и Рязук в басс. р. Белой.

Ихнород *Iterichnus* igen. n

Этимология. От *Iter* (лат.) – путь.

Диагноз. Прямолинейные цилиндрические норки с облицованными внешними и внутренними поверхностями. Внешняя ornamentация овальная, сечущая по отношению к оси следа.

Iterichnus ternarius isp. n

Табл. II, фиг. 4, 5

Этимология. От *Ternarius* (лат.) – тройной.

Голотип. ЦГМ № 1/11406 [обр. 330/89], фиг. 4, Респ. Башкортостан. Истоки р. Манайсу. Ашинская серия, басинская свита.

Диагноз. Тот же, что для ихнорода.

Описание. На поверхности темно-серого мелкозернистого песчаника, переслаивающегося с бордовым аргиллитом, выявлены прямолинейные норки в форме уплощенных цилиндров. Следы резко отделяются от субстрата и имеют орнаментированную поверхность. Облицовка отмечена как на внешней, так и на внутренней стенках нор. Наружная облицовка овально сегментирована, перпендикулярна оси следа. Сохранились 7–8 полных овалов и их фрагменты, фиксирующие, возможно, стадии продвижения продюсера. Овалы параллельны, близки по размеру и форме и имеют трехчленное строение. Каждый овал состоит из центрального четырехугольника и примыкающих к нему с обоих торцов двух меньших по размеру пелитоморфных сегментов. Тесно прилегая друг к другу, овалы и деформированные сегменты образуют единую постройку, которая, в одних случаях, периклинально замыкается, в других – частично нарушена и локально вскрывает внутреннюю облицованную стенку.

Во втором, неполно сохранившемся, отпечатке наблюдается заполнение древней норы мелкими (0.5 мм) округлыми пеллетами (фиг. 4).

Размеры (мм): диаметр следа – 3–4, длина – >12, ширина сегментов – 1, длина – 1.5–2.5.

Сравнение. Сегментированные ихнофоссилии морфологически несколько напоминают *Ophiomorpha* [10], а также близкие по строению *Walpia*, *Alcyonidiopsis* [53]. Тем не менее, уральские экзем-

пляры обособляются по ряду существенных признаков: 1) парной или малогрупповой локализацией; 2) прямолинейностью ходов, лишенных ветвлений и значительных меандр; 3) заполнением следа мелкими пеллетами при отсутствии характерного для офиоморф центрального канала [10, 44]; 4) наличием скульптурного рельефа как на внешних, так и на внутренних стенках, в отличие от гладких внутренних ограничений офиоморф; 5) упорядоченной и регулярной сегментацией наружных стенок, орнаментированных угловатыми и округлыми элементами; 6) иными, нередко на порядок меньшими, размерами.

Судя по имеющимся данным [52, 53, 57, 77], параметры 4–6 отличают уральский след как от *Walpia*, так и от *Alcyonidiopsis*. Таксономическое значение отдельных признаков может оцениваться неоднозначно, но в совокупности они отражают своеобразие древнего следа. На единичных поверхностях напластования след ассоциирует с *Neonereites biserialis*, *N. multiserialis*.

Распространение. Рр. Манайсу, Урюк Южного Урала.

Материал. Редкие экземпляры.

Ихнород *Lockeia* James

Диагноз. Небольшие округло-удлиненные, стреловидные следы в форме миндалин с гладкой поверхностью и иногда продольным гребнем [62].

Lockeia avalonensis Fillion, Pickerill

Табл. II, фиг. 9

Диагноз. Сфероидальные, сердцевидные и овально-удлиненные норы размером в доли сантиметра. Некоторые экземпляры с одной стороны углублены в субстрат больше, чем с другой. Килевидная борозда (гребень) и поперечные отростки редки. Следы развиты изолированно, но могут собираться в серии [43].

Описание. В позитивном гипорельефе на подшоде серого тонкозернистого песчаника развиты многочисленные следы жизнедеятельности, изолированные или сгруппированные, иногда соприкасающиеся. Следы округлые и удлиненные, обычно двусторонне сужающиеся, близкие по размеру. У лучше сохранившихся экземпляров отмечается срединный киль, делящий отпечаток на две неравные части и придающие следу асимметричный облик.

Размеры (мм): длина отпечатков изменяется в пределах 3–8, обычно около 5, ширина – 2–4.5, рельефность 1.

Сравнение. По форме проявления древние следы соответствуют голотипу [43, Pl. 9, фиг. 1–5]. Различия в размерах (1–2 мм) не являются основанием для иных таксономических построений, поскольку типовые формы также не однородны.

Распространение. Ашинская серия, басинская свита Южного Урала. Фанерозой (девон, триас) Европы. Нижний палеозой Северной Америки.

Материал. Редкие ассоциации следов на р. Урюк (басс. р. Белой).

Ихнород *Mammillichnis Chamberlain*

Диагноз. Небольшое холмовидное поднятие с выпуклой или вогнутой полукруглой вершиной и сосковидным выступом в центре [65, 78].

Mammillichnis aggeris Chamberlain

Табл. II, фиг. 10, 11

Диагноз. Тот же, что для ихнорода.

Описание. В позитивном гипорельефе на подошве зеленовато-серого алевролита обособляются округлые двуступенчатые конические возвышения со слабо рельефной внешней кромкой, образующие первую ступень, и более рельефным соскообразным бугорком – второй ступенью. Внешняя кромка, в отдельных экземплярах полусферическая. Центральный бугорок несколько уплощен. Внешняя часть сосковидного бугорка прилипает к противоположному и обламывается, что затрудняет восстановление первичного рельефа. Поверхность вертикального следа относительно сглаженная с нерегулярными радиальными насечками.

Размеры (мм): диаметр следа – 6–10, центрального бугорка – 3–6 и более.

Сравнение. Уральские следы близки верхнепалеозойскому голотипу [35, Pl. 30, фиг. 6], отличаясь от карпатских и альпийских форм слабо выраженной вершинной депрессией вокруг центрального сосковидного бугорка [41, 60]. Сходные черты присущи следу из низов кембрия Польши, описанному как *M. isp.* [63, Pl. V, фиг. 2].

Распространение. Зиганская свита ашинской серии Южного Урала. Следы известны от кембрия до неогена [78].

Материал. Шесть экземпляров из местонахождения на правом берегу р. Каранюрт в 3.4 км выше устья р. Скимка. Несколько отпечатков в районе д. Сосновка.

Ихнород *Monocraterion* (?) Torell

Диагнозы выделения *Monocraterion* лишены однозначности [53, 55, 69, 84], что затрудняет обособление известного ихнорода и лишает номенклатуру определенности.

Сравнение. Воронкоподобный след *Monocraterion* не имеет регулярной концентрической зональности, присущей *Rosselia*. Гладкие неорнаментированные стенки и наличие боковых дуг обособляют след от “пробковых” конических ихнофоссилий [65].

Monocraterion (?) *tentaculatum* Torell

Табл. II, фиг. 12, 13, 14, 15

Описание. В зеленовато-сером слоистом песчанике выявлен вертикальный след в форме гладкостенной прямой воронки, постепенно и неравномерно сужающейся книзу и имеющей сложное строение (фиг. 12). На верхней эродированной поверхности конуса наблюдаются несколько обособлений, отвечающих, по-видимому, самостоятельным небольшим воронкам, на разную глубину проникающим в осадок в пределах единого составного следа. В центре вогнутой чашеобразной воронки обособляется небольшое поднятие, принадлежащее осевому стержню (фиг. 13). На верхнем поперечном срезе (В) воронка имеет эллипсовидную форму (фиг. 15) и содержит вторую вложенную конусовидную воронку, которая выклинивается к низу и отсутствует на нижнем сечении (А) (фиг. 14). Контуры внутренней и внешней воронок лишены подобия, особенно в местах, где ограничения конуса прямолинейны и отражают механические особенности субстрата. Внешняя стенка воронки сетчатая прямолинейными радиальными насечками, которые сохранились локально (фиг. 15). Местами насечки выходят за пределы внешней стенки и достигают осевого стержня. Минимальное расстояние между насечками 1–2 мм. Близкие радиальные формы отмечены в лектотипе [55, фиг. 39]. Помимо насечек в сечении В (фиг. 14) наблюдаются субгоризонтальные трубчатые дуги, выходящие за пределы воронки (фиг. 12) и, возможно, представляющие фрагменты сохранившихся текстур с щупальцами (tentacle structures, [69, рис. 11]). Дуги длиной от 16 до 70 мм и диаметром 3–4 мм фиксируются на шлифовках и характеризуются повышенной слоистостью и пористостью. Они нередко прямолинейны, но по мере удаления от воронки приобретают волнистые очертания. Дуги устанавливаются на разных уровнях верхней части воронки в единичных экземплярах различной сохранности. Слоистость в песчанике в приконтактной зоне с вертикальным следом отчетливо прогнута вниз, несколько нарушена вплоть до локального исчезновения слоистых текстур. Наличие радиальных элементов (дуг, “щупалец”) рассматривается как один из основных [26] критериев ихновидовой принадлежности *M. tentaculatum* Torell. Расположение вертикального следа не обнаруживает связи с древним региональным перерывом или отпечатками *Scolithes*.

Размеры (мм): длина вертикального следа – >60, глубина внутренних воронок – около 23 (треть от общей длины следа). Диаметры внешней воронки – 50, внутренних – от 3–5 до 30, осевого стержня в различных сечениях – 5–9, нижней части следа – 9–10, радиальных насечек – 1–4. Протяженность радиальных дуг – 15–20 и до 70.

Сравнение. Отсутствие голотипа осложняет сопоставление и вносит условность в диагностику ихнита. На основе пришлифовок устанавливаются основные элементы, присущие ашинскому следу: сложная коническая воронка, центральный стержень и радиальные дуги. След принадлежит к числу крупных при сопоставлении с типовым материалом из нижнего кембрия Швеции [55, 84], где диаметры воронок составляют 10–40 мм.

Замечание. Полагают, что вертикальные норки *Monocraterion* – жилище червеобразных организмов – фильтратов, движения которых нарушали слоистость и деформировали приконтактовую зону осадков. Генезис радиальных текстур неоднократно обсуждался, но не получил однозначного решения.

Распространение следа рассматривается неоднозначно. По одним представлениям, – это фанерозой в пределах кембрия–юры [53], по другим [69] – только нижний кембрий Швеции как “уникальное” местонахождение. Известно упоминание о *M. isp.* на докембрийском стратиграфическом уровне в каниловской серии Подолии [14].

Материал. Два редких экземпляра из отложений с эдиакарской фауной басинской свиты ашинской серии верховьев р. Манайсу на Южном Урале.

Ихнород *Neonereites* Seilacher

Диагноз. От прямых до извилистых цепочек, состоящих из одного или нескольких рядов пеллет.

Замечание. Таксономический статус *Neonereites* неоднократно обсуждался [40, 71, 73, 77, 80]. Наряду с представлениями о самостоятельности ихнотаксона распространены взгляды, трактующие *Neonereites* только как вариант сохранности ихнорода *Nereites* [78]. Столь же неоднозначны интерпретации, позволяющие одним причислять *Neonereites* к следам жизнедеятельности шельфа, а другим – к древним глубоководным организмам [73]. Объединение в составе единого ихнорода *Nereites* и *Neonereites* вряд ли будет способствовать решению сложных таксономических и генетических проблем.

Видовой состав. *Neonereites biserialis* Seil. [типовой ихновид], *N. uniserialis* Seil., *N. renaris* Fed., *N. multiserialis* Pickeril et Harland. Некоторые ихнотаксоны связаны постепенными переходами и появились на Урале практически одновременно в басинских слоях ашинской серии, где ассоциируют с *Planolites*.

Neonereites biserialis Seilacher

Табл. II, фиг. 17

Диагноз. Двурядная *Neonereites* [71].

Описание. След сохранился в позитивном гипорельефе в виде преимущественно небольших прямолинейных участков двурядной цепочки. Округлые бугорчатые пеллеты соприкасаются друг с другом, слипаются и слегка деформируются. Сбли-

женные ряды пеллет лишены подобия и несколько смещены вдоль оси следа. Цепочки либо ограничены негативными формами микрорельефа, либо плавно переходят во вмещающую породу. Наблюдаются постепенные переходы двурядных цепочек в многорядные и резкие контакты под углом около 90° двурядных и однорядных следов.

Размеры (мм): длина следа – 50; ширина – 4–8; длина пеллет – 2–4.

Сравнение. Ширина ходов и отдельных пеллет соответствуют юрскому голотипу. В коллекции преобладают укороченные, не меандрирующие цепочки, по размеру пеллет близкие следам группы *Nama* [37, 40].

Распространение. От венда до кайнозоя.

Материал. Отпечатки из местонахождений зиганской свиты на р. Каранюрт и в басс. р. Такаты, а также басинской свиты ашинской серии р. Урюк.

Neonereites multiserialis Pickrill and Harland

Табл. II, фиг. 19

Диагноз. Многорядные (более чем двурядные) *Neonereites* [67].

Описание. В позитивном семирельефе на поверхности темно-серого мелкозернистого песчаника на контакте с бордовым аргиллитом – прямолинейные или несколько ундулирующие многорядные цепочки пеллет. Количество рядов непостоянно и изменяется от 3 до 7, увеличиваясь на слабо рельефных и уменьшаясь на более рельефных участках следа. Пеллеты разнообразны по форме, от округлых изометричных до удлинённых, ориентированных поперек оси следа. Плотнo соприкасаясь, пеллеты иногда образуют характерные пятигранники. Недержанная многорядность, разнородность форм и размеров пеллет – главные особенности следа.

Размеры (мм): длина следа – 13–30, ширина – 4–9, диаметр пеллет – 0.5–1.5.

Сравнение. Следы подобны силурийскому голотипу, но имеют несколько меньший размер. Обращает внимание локальное проявление осевой срединной канавки и плотная упаковка пеллет, формирующих нередко многогранники. Многорядность, по-видимому, более характерна для приповерхностных следов, лишенных резких границ. При углублении продюсера, стенки норки ограничивали развитие многорядных форм.

Распространение. Басинская свита ашинской серии Южного Урала.

Материал. Семь экземпляров с р. Манайсу, басс. р. Белой.

Neonereites uniserialis Seilacher

Табл. II, фиг. 20

Диагноз. Однорядовая *Neonereites* [71].

Описание. След сохраняется в позитивном ги-

порельефе в виде отдельных цепочек, состоящих из 10–15 примыкающих друг к другу пеллет округлой или несколько удлинённой формы. Размер и рельефность пеллет изменяется, наблюдается однонаправленное увеличение размера пеллет в пределах единой цепочки. Удлиненные пеллеты ориентированы перпендикулярно основному направлению следа и имеют обычно гладкую поверхность. Цепочки различны по форме и размеру: короткие прямолинейные или круто изогнутые, почти эллипсовидные, прерывистые, близкие к голотипу. Ассоциируют с *N. renarius*.

Размеры (мм): длина следа – до 60. Диаметр пеллет – от 0.5 до 3. Рельефность 0.5 и менее.

Сравнение. Морфологически подобны мезозойскому голотипу [71, табл. 2], характеризуюсь непостоянством размера пеллет. По расположению пеллет напоминают *N. uniserialis* в отложениях Чейпал Айленд и Рандом Канады [39].

Распространение. От венда до кайнозоя.

Материал. Четыре экземпляра из калгасинской пачки верхов басинской свиты на р. Рязяк, несколько отпечатков из зиганской свиты ашинской серии Каранюрт и Зиган.

Ихнород *Nereites* MacLeay

Диагноз. Меандрирующие горизонтальные следы, состоящие из узкой срединной борозды (туннеля), ограниченной двусторонне овальными, листовидными или перистыми долями [53, 77, 78].

Замечание. В современном понимании *Nereites* охватывает столь широкие пределы морфологических изменений, что является в существенной мере формальным ихнородом, объем и диагноз которого устанавливается неоднозначно.

Nereites cf. jacksoni Emmons

Табл. III, фиг. 1

Диагноз. *Nereites* с немногими (до 3^x на 1 см) округлыми долями, обрамляющими центральный туннель [31].

Описание. На поверхности плитчатого алевролита – след в виде изогнутой в плане борозды, окаймленной двусторонне поднятиями, которые на участках лучшей сохранности состоят из долей, соприкасающихся круглых, полукруглых, несколько деформированных. Доли ориентированы почти перпендикулярно общему направлению следа. Центральная борозда четко обособляется, разделяя доли разных сторон, но на отдельных участках она выполаживается. Переход следа во вмещающую породу постепенный.

Размеры (мм): ширина следа – 9–11, центральной борозды – 2–2.5. Протяженность следа – 40–60, количество долей на 1 см – 3–4.

Сравнение. С учетом формы долей и их размеров обособлены четыре ихновида *Nereites* [31,

р. 73–76, фиг. 6]. Основываясь на предложенных критериях, ашинские следы близки к *N. jacksoni*. Морфологически близкие формы описаны как *Nereites* в верхах Намы [40, табл. 2, фиг. 8].

Распространение. Силур Шотландии, Гренландии. Ашинская серия Южного Урала.

Материал. Редкие экземпляры из отложений зиганской свиты р. Каранюрт.

Nereites irregularis Schafhäütl

Табл. III, фиг. 2

Диагноз. Небольшие, глубокие, тесно упакованные меандры, образующие нерегулярные спирали различного размера. Центральные меандры могут быть толще периферийных [77, 78].

Описание. В позитивном семирельефе на поверхности бордовых пелитов система выпуклых, узких, тесно расположенных параллельных меандр. Следы плавно изгибаются, повторяя фрагменты спиралевидного узора округлой и удлинённой формы. Меандры центра иногда шире периферийных. Нерегулярные поперечные насечки осложняют строение следа.

Размеры (мм): ширина меандр – 0.5–1, борозд, разделяющих меандры, – 1–3; амплитуда меандрирования – 15–20; рельефность – 0.5 и менее.

Сравнение. Сходные формы фанерозоя относились к *Helmintoida labyrinthica* Neeg., но позднее таксономическое положение следов было пересмотрено и принадлежность *N. irregularis* стала более аргументированной [77]. Ашинские меандры близки голотипу *Helmintoida* (= *Nereites*) *irregularis* верхнего мела Баварских Альп [77, фиг. 9A].

Широкие (до 2 мм) меандрирующие следы известны в кварцитах Паунд Южной Австралии с эдиакарской фауной [49, р. 381, фиг. 5 C, D]. Следы Беломорья [9, т. 1, табл. XXVII, фиг. 2] по расположению меандр и размерам несколько напоминают уральский материал.

Замечание. В Карпатах *N. irregularis* развит преимущественно в мергелях мела. Уральские формы распространены в алевропелитах, почти полностью лишенных карбонатного материала. На разных этапах развития продюсер в поисках пищи прокладывал сходные ходы в субстратах различного состава.

Распространение ихновида ограничивалось мезо-кайнозоем [78], но, по-видимому, следы имеют более широкое развитие.

Материал. Более десятка экземпляров из калгасинской пачки басинской свиты р. Б. Рязяк, басинские слои р. Урюк (р. Земзя). Ашинская серия Урала.

Nereites macleayi Murchison

Табл. III, фиг. 3

Диагноз. *Nereites* с многочисленными (более 6 на 1 см) округлыми долями, обрамляющими центральный туннель [31].

Описание. Следы наблюдаются в тонкоплитчатых слоистых алевролитах, в серии следующих одна за другой поверхностей напластования, где они, не образуя массовых скоплений, устойчиво повторяются в форме узких протяженных, слабо изгибающихся борозд. С обеих сторон борозды ограничены параллельными возвышениями, состоящими из ряда поперечно сегментированных небольших долей. Сегментация достаточно частая, на отдельных участках траектории – фрагментарная из-за неполной сохранности.

Размеры (мм): ширина следа – от 2 до 5. Длина – более 105, количество долей на 1 см – 7–8.

Сравнение. Количественные параметры уральских экземпляров указывают на принадлежность *N. macleayi* [31]. Сходство размеров и морфологии ихнофоссилии обнаруживают с ходами, определенными как “*Nereites* подобные” [49, фиг. 5B] из слоев с эдиакарской фауной.

Распространение. От эдиакария до палеозоя, при ограниченном развитии древнейших форм. Зиганская свита ашинской серии.

Материал. Многочисленные отпечатки в слоях рек Каранюрт и Аскын.

Ихнород *Oscillorhapse* Seilacher

Диагноз. Норы высокоамплитудных меандр с поперечными короткими поднятиями в зонах резких поворотов следа [72, 78].

Oscillorhapse telumis isp. n

Табл. III, фиг. 4

Этимология: *telum* (лат.) – стрела.

Голотип. ЦГМ № 1/11406 (Обр. 358–1/86) Башкортостан, басс. р. Белой, ашинская серия, басинская свита (фиг. 4).

Диагноз. *Oscillorhapse* с четко проявленными стреловидными сегментами.

Описание. В позитивном гипорельефе следы представлены устойчивым сочетанием двух сегментов; одного прямолинейного, а другого слабоизогнутого стреловидного, образующих сходящиеся или расходящиеся асимметричные тралы. Сегменты односторонне ориентированы срезаются коротким поперечным поднятием. На поверхности следа отмечаются нерегулярные слабые поперечные насечки, которые на стреловидных формах обычно отсутствуют.

Размеры (мм): ширина следа – 4–13, сегментов – 0.5–2, поперечного поднятия – 5; длина следа изменяется от 5 до 23.

Сравнение. По морфологии древние ихнофоссилии близки кайнозойским *Oscillorhapse*, отличаюсь наличием характерных стреловидных сегментов и меньшими размерами.

Распространение. Впервые в слоях ашинской серии Ю. Урала.

Материал. Три экземпляра из калгасинской пачки кровли басинской свиты р. М. Рязук и зиганской свиты р. Каранюрт Башкирского поднятия.

Oscillorhapse venezoelana Seilacher

Табл. III, фиг. 5

Диагноз. Тот же, что для ихнорода.

Описание. В позитивном гипорельефе – след в форме двух расходящихся под острым углом (~30°) однонаправленных сегментов, берущих начало с небольшого поперечного поднятия. Сегменты близки по протяженности, но различаются по форме; один – почти прямолинейный, а другой – дугообразный, выпуклый. В совокупности парные сегменты образуют удлинённый незамкнутый полуовал.

Размеры (мм): протяженность следа – 5–17, ширина – 4–10, сегментов – 0.5–2.

Сравнение. След подобен голотипу, который известен только по рисунку [72, 73]. Близкие формы установлены в Европе [78, фиг. 99]. Для разновозрастных следов характерно сохранение общих морфологических особенностей при существенном изменении размеров.

Распространение следа ограничивалось кайнозоем, палеоценом Венесуэлы и эоценом Европы. Выявление древних форм меняет представления о возрастных границах биоглифа.

Материал. Три редких экземпляра из калгасинских слоев басинской свиты, ашинской серии р. М. Рязук Южного Урала.

Ихнород *Palaeopascichnus* Palij

Диагноз. Система тесно расположенных параллельных мелких желобков в негативном эпирельефе или узких валиков в позитивном гипорельефе. Окончания желобков закругленные [18].

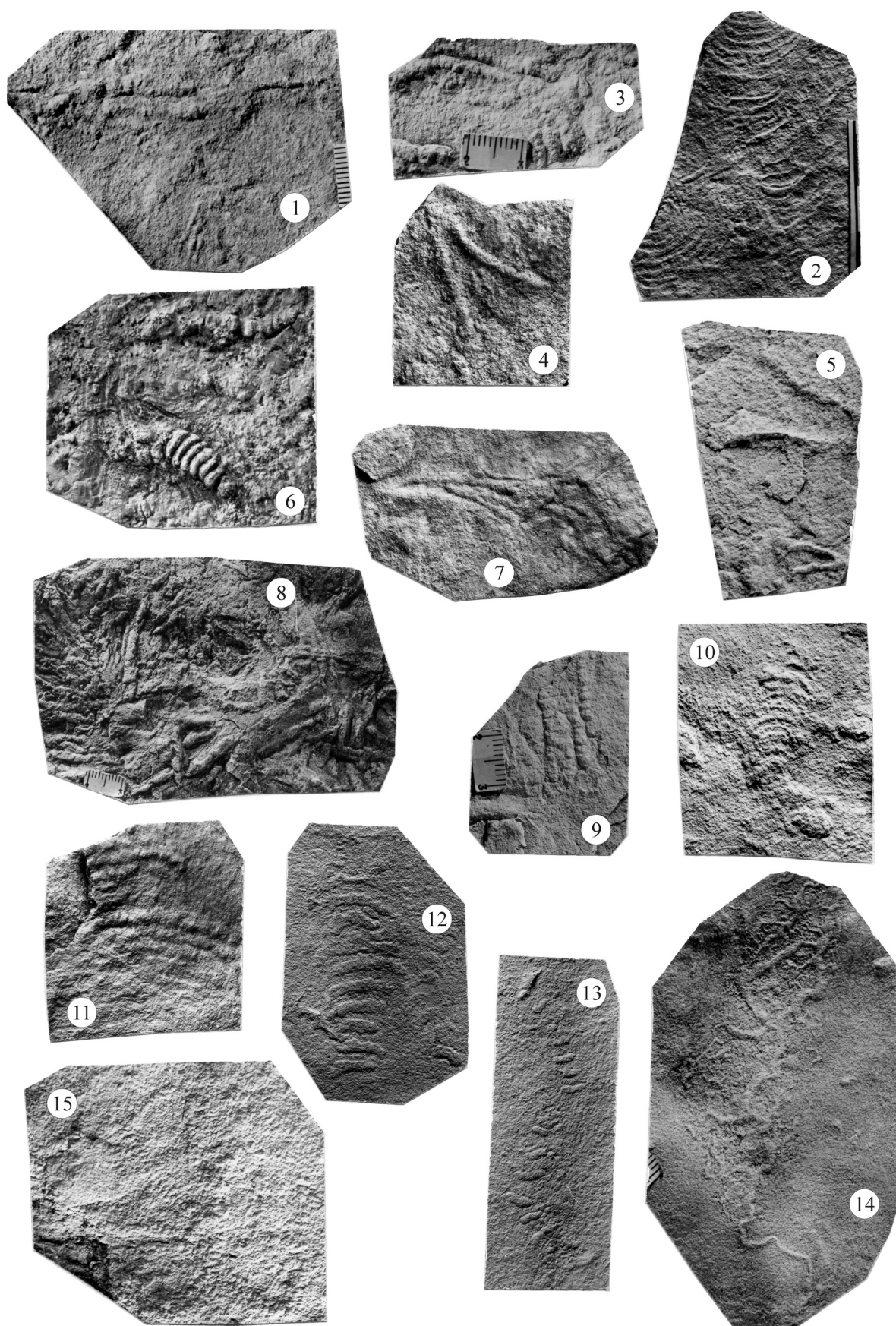
Palaeopascichnus delicatus Palij

Табл. III, фиг. 6

Диагноз. Тот же, что для ихнорода.

Описание. Следы лучше сохраняются в позитивном гипорельефе и представляют цепочки слабо изогнутых дуг, соприкасающихся и вытянутых поперек оси отпечатка. Количество дуг в цепочке обычно 4–10, редко бывает больше. В поперечном сечении дугообразные валики почти округлые, их окончания закруглены, они резко переходят в субстрат. Траектория следов изменяется от синусоидальной до почти прямолинейной. Ихниты со сложно синусоидальной траекторией иногда обособляют в самостоятельный ихновид *P. sinuosus* [25]. Ширина следов может сохраняться более или менее постоянной, меняться незакономерно или однонаправленно возрастать. Значительные скопления неизвестны, следы отмечаются в парных или одиночных формах.

Таблица III



Размеры (мм): выделяются две группы отпечатков с шириной дуг 0.5–1 и 2–4 и длиной 3 и 5–20, соответственно. Рельефность – около 0.5.

Сравнение. Ихниты Урала подобны типовому материалу Подолии [18], а также побережья Белого моря [24, 25], отличаясь несколько большими максимальными размерами и меньшей удлинённостью дуг.

Замечание. Генетическая трактовка *P. delicates* неоднозначна. Высказываются сомнения в принадлежности биоглифов к ихнофоссилиям. Отмечается сходство с остатками гигантских ризопод (корне-ножек), животных, образованных гибкими агглютинированными камерами [73]. Ризоподы обитают на глубинах около 5000 м в условиях, мало характерных для местонахождений *P. delicates*.

Распространение. Стратиграфический диапазон следа ограничен верхним вендом Подолии, Онежского полуострова, Польши, низами свиты Чейпел Айланд Ньюфаундленда Канады [18, 37, 38].

Материал. Около тридцати экземпляров из отложений калгасинской пачки басинской свиты рек М. Рязук, Сиказа, Мендым, басинских песчаников рек Урюк, Манайсу, зиганских алевролитов ашинской серии рек Каранюрт и Аскын.

Ихнород *Phycodes* Richter

Диагноз. Горизонтальные пучки цилиндрических ходов, веерообразно расходящихся и ветвящихся в дистальной части и сходящихся в главный ствол в проксимальных сечениях [43, 57, 78].

Замечание. Объем ихнорода *Phycodes* устанавливается неоднозначно.

Phycodes bilix (Ksiazkiewicz)

Табл. III, фиг. 7

Диагноз. Односторонние пучки неглубоких, преимущественно прямолинейных борозд, сходящихся в одном центре и разветвляющихся по удалению от него.

Описание. На поверхности зеленовато-серого алевролита наблюдаются сжатые пучки субпараллельных борозд, которые выходят из единой небольшой депрессии и разветвляются под острыми углами (20–40°). Они образуют веерообразные формы из нескольких (3–5) слабо изогнутых, почти прямолинейных ветвей. Сохранились реликты поперечной штриховки, усложняющие отдельные сегменты следа. В дистальных частях веера отмечаются несколько шишек, возможно принадлежащих норкам с диаметром 2–4 мм.

Размеры (мм): диаметр борозд – 1–3, длина пучка – 70, ширина веера – около 20.

Сравнение. Южноуральские следы близки голотипу [60, табл. 5, фиг. 13; 78, фиг. 30с] по основным признакам: количеству борозд в пучке и их диаметру. Отличаются несколько более узкими и короткими веерами. Учитывая соответствие диагнозу, различия вряд ли можно считать таксономически существенными.

Замечание. Ходы впервые выделены как *Buthotreptis bilix* [60]. Позднее таксономическая при-

Таблица III

Фиг. 1. *Nereites cf. jacksoni* Emmons. Р. Каранюрт. Зиганская свита ашинской серии. Обр. 305/89, ×1.

Фиг. 2. *Nereites irregularis* Schaf. Р. Б. Рязук. Калгасинская пачка басинской свиты. Обр. 300/87, ×1.

Фиг. 3. *Nereites macleayi* Murchison. Р. Каранюрт. Зиганская свита ашинской серии. Обр. 304-4/89, ×1.

Фиг. 4. *Oscillorhappe telumis* isp.n. Голотип. Позитивный гипорельеф. Калгасинская пачка басинской свиты. Р. М. Рязук. Обр. 358/86, ×1.5.

Фиг. 5. *Oscillorhappe venezuelana* Seilacher. Позитивный гипорельеф, р. М. Рязук. Калгасинская пачка басинской свиты. Обр. 176/86, ×2.

Фиг. 6. *Palaeopascichnus delicatus* Palij. Позитивный гипорельеф, р. Манайсу. Басинская свита ашинской серии. Обр. 333/89, ×2.

Фиг. 7. *Phycodes bilix* (Ksiaz.). Позитивный гипорельеф, р. Каранюрт, зиганская свита ашинской серии. Обр. 304/89, ×1.2.

Фиг. 8. *Phycodes cf. coronatum* Crimes, Anderson. Р. Манайсу, басинская свита ашинской серии. Обр.

325/89, ×0.7. На периферии отпечатка вскрываются клиновидные *Treptichnus* isp.

Фиг. 9. *Phycodes isp.* Правый берег р. Каранюрт. Зиганская свита ашинской серии. Обр. 306/89, ×1.

Фиг. 10. *Pseudobergaueria baschkiricus* igen, isp.n. Голотип. Р. М. Рязук, калгасинская пачка басинской свиты. Обр. 176/86, ×1.

Фиг. 11. *Punctorhappe parallela* Seilacher. Позитивный гипорельеф, р. М. Рязук. Калгасинская пачка басинской свиты. Обр. 307^б/87, ×1.

Фиг. 12. *Steinsfjordichnus brutoni* Whitaker. Р. М. Рязук, калгасинская пачка басинской свиты. Обр. 313^б/87, ×1.

Фиг. 13. *Steinsfjordichnus turbidus* isp.n. Голотип. Р. Зиган, калгасинская пачка басинской свиты. Обр. 366^а/87, ×1.

Фиг. 14. *Torrowangea rosey* Webby. Позитивный гипорельеф. Басс. Р. Такаты. Зиганская свита ашинской серии. Обр. 60/89, ×1.

Фиг. 15. *Tuapseichnium radialis* isp.n. Голотип. Р. Б. Рязук ниже пос. Сафартуй. Кровля басинской свиты ашинской серии. Обр. 300/87, ×1.

надлежность была пересмотрена, и след включен в состав ихнорода *Phycodes* [78]. Иногда *P. bilix* Ksiaz рассматривают как младший синоним *P. palmatus* Hall [43], хотя морфологически следы различаются, в частности, диаметры тралов заметно возрастают в голотипе *P. palmatus*.

Распространение. Ашинская серия, зиганская свита Южного Урала. Мел–палеоген Польских Карпат.

Материал. Пять отпечатков из местонахождения на р. Каранюрт выше устья р. Скимки и два экземпляра с р. Аскын [басс. р. Белой].

Phycodes cf. coronatum Crimes, Anderson

Табл. III, фиг. 8

Диагноз. Круговая норка параллельная напластованию с вертикальными ответвлениями преимущественно у внешнего края [39].

Описание. На поверхности плитчатого мелкозернистого песчаника фиксируется округлый отпечаток, ограниченный внешними и внутренними овалами, приподнятыми над конусовидно прогнутой центральной частью следа. Овалы соединены более или менее регулярными радиальными насечками, которые отмечены в голотипе [39, фиг. 10, 5], но не на реконструкции следа [фиг. 11]. Вдоль внешнего круга расположены изоморфные сечения, по-видимому, вертикальных каналов [39], количество которых превышает 14. Точное число установить сложно в связи с неполной сохранностью. По периферии следа наблюдаются угловатые фрагменты *Treptichnus isp.*

Размеры (мм): диаметры следа – 38–40, округлых изоморфных сечений – 1–2. Ширина радиальных насечек – 3–4, длина – 7–8.

Сравнение. Морфологически уральский отпечаток подобен голотипу из пачки 2 свиты Чейпел Айленд, пограничных слоев кембрия/докембрия Ньюфаундленда. Большой размер отпечатка (диаметр голотипа – 20 мм) не противоречит сопоставлению, поскольку количественные пределы изменения диаметра следа неизвестны и не лимитируются диагнозом.

Распространение. Ашинская серия, басинская свита западного склона Южного Урала. Пачка 2 свиты Чейпел Айленд Ньюфаундленда.

Материал. Редкий экземпляр с р. Манайсу, басс. р. Белой.

Ихнород *Pseudobergaueria* igen. n

Диагноз. Серия односторонне выпуклых дуг, примыкающих к пологому возвышению и образующих слегка изгибающийся единый след.

Pseudobergaueria baschkiricus isp. n

Табл. III, фиг. 10

1979 – *Bergaueria* (?) sp. Hoffmann and Aitken.

1985 – *Bergaueria* sp. Федонкин [25, с. 114–115. Табл. XXII, фиг. 2]

Голотип. ЦГМ № 1/11406 (Обр. 176/86) Башкортостан, р. М. Рязук, ашинская серия, басинская свита.

Диагноз. Тот же, что для ихнорода.

Описание. Отпечаток состоит из двух различных по морфологии частей. Одной – эллипсоидальной в форме поднятия, слабо рельефного, бугристого, плавно переходящего во вмещающую породу. Другой – включающей ряд (>12) односторонне выпуклых, возрастающих по размеру и частично облекающих поднятие дуг. Крутые перегибы соприкасающихся дуг ориентированы поперек оси отпечатка. Разнородные по размеру дуги лишены боковых ограничений и лучше сохранились в центре следа. Покрытая дугами зона приподнята относительно субстрата, ее ширина увеличивается по мере удаления от возвышений, а весь след плавно изгибается.

Размеры (мм): длина следа – около 45, ширина заметно меняется – от 8 до 17, ширина дуг – 1.5, междуговых впадин – 2–3.5. Размер поднятия – 10×7 , рельефность – 0.5.

Сравнение. Уральский экземпляр подобен *Bergaueria?* sp. [25, 54] и некоторым канадским формам. Повторяемость следа в регионах позднего докембрия Канады, Подолии, Урала и отличие от голотипа *Bergaueria* Prantl., где дугообразная зона отсутствует, позволяют рассматривать биоглиф в ранге самостоятельного ихнотаксона, отражая в номенклатуре определенную преемственность в его изучении.

Замечание. Морфологические различия ведут к различным интерпретациям. Если *Bergaueria* Prantl. интерпретируют как норку анемон [78], то *Bergaueria?* (*Pseudo bergaueria*) рассматривают как след медуз или шаровых водорослей [54]. Следы, оставляемые медузами *Aurelia* [12] отчасти близки южноуральскому отпечатку.

Распространение. Группа Литл Дал, гор Макензи Канады, ломозовские слои могилевской свиты венда Подолии, ашинская серия Урала.

Материал. Редкий экземпляр из надтурбидитовой калгасинской пачки басинской свиты, р. М. Рязук.

Ихнород *Punctorhaphe* Seilacher

Диагноз. Отражение вертикальных следов и их второстепенных мелких изгибов, связанных с тесными меандрами первого порядка [72].

Punctorhaphe parallela Seilacher

Табл. III, фиг. 11

Диагноз. Тот же, что для ихнорода.

Описание. След сохранился в позитивном ги-

порельефе на следующих одна за другой поверхностях напластования слоистого алевролита в форме разнорельефных бугорков, тесно прилегающих друг к другу и формирующих параллельные цепочки. Однонаправленные цепочки связаны резкими перегибами, которые сохраняются локально. Точечные цепочки, неоднородные по протяженности, но постоянные по ширине, ограничены узкими параллельными бороздками. Рельефность следа постепенно утрачивается в направлении простираения следовых цепочек, количество которых превышает 9–10 штук.

Размер (мм) следа – 52×32 близок параметрам голотипа – 60×30 [72, фиг. 6с]. Диаметр бугорков – 2–3. Ширина бороздок, разделяющих цепочки, – 1. Рельефность – 0.5.

Сравнение. Строеение уральского следа подобно греческому голотипу [72] и характеризуется тесным расположением параллельных точечных цепочек.

Распространение. Обнаружение следа в древних слоях меняет сложившееся представление о возрастных уровнях и ареале [Эоцен Греции и Карпат, олигоцен Италии] ихновида, указывая на длительную эволюцию ихнита.

Материал. Первый отпечаток следа в калгасинской пачке басинской свиты ашинской серии, р. М. Рязук в басс. р. Белой.

Ихнород Rhombidictyon igen. n

Этимология: rhombic – ромбический.

Диагноз. Парные ромбические ячейки, обрамленные рядами прерывистых линейных следов.

Rhombidictyon uphimus isp. n

Табл. I, фиг. 10

Этимология: uphimus – от г. Уфы.

Голотип. ЦГМ № 1/11406 (Обр. 358/86). Респ. Башкортостан. Басс. р. Белой. Ашинская серия, басинская свита.

Диагноз. Тот же, что для монотипического ихнорода.

Описание. Обособленный след на поверхности тонкозернистого песчаника в виде тесно соприкасающихся парных ячеек и их фрагментов. Форма ячеек четырехугольная, ромбоидальная. Грани толстостенные и несколько округленные. Углы сочленения граней составляют 60° и 120° . Ячейки близки по размеру и ориентированы примерно в одном направлении. В центральных частях ромбоидов фиксируются небольшие округлые поднятия, плавно сменяющиеся по периферии периклинальными понижениями. Пространственно парные ячейки разобщены рядами обрамляющих линейных текстур, имеющих близкую направленность. Ширина линейных биоглифов заметно меняется, нередко они

частично или полностью пережимаются, распадаясь на отдельные нерегулярные сегменты различной протяженности. Форма сегментов изменяется от синусоидальной, гантелеобразной, угловатой до почти линейной. В целом, сегменты образуют многорядовую систему обрамления ячеистых текстур.

Размеры (мм): длина парных ячеек – 16, ширина – 7, размер ромбоида – 5–6, ширина стенок – 2–4, центрального поднятия – 2–3. Протяженность линейных следов – 3–25, отдельных сегментов – 3–5, ширина – 0.5–4. Расстояние между рядами – 3–5, реже – 7.

Сравнение. Отпечатки несколько напоминают ромбические формы цистоидей, ведущих прикрепленный образ жизни. Возможно, отпечатки – следы жизнедеятельности этих или подобных организмов. Генезис своеобразных текстур не вполне ясен, но совокупность признаков может быть объяснена в рамках признания их биогенной природы на ранних этапах развития агидельской биоты. Ромбоидальные знаки ряби [1] по масштабу проявления и морфологии заметно обособляются от уральских отпечатков с закономерной парностью ромбоидов с концентрирами, которые сложно объяснить ролью седиментационных факторов.

Распространение. Редкие отпечатки из верхнебасинских слоев ашинской серии.

Материал. Два экземпляра с р. М. Рязук, басс. р. Белой.

Ихнород Steinsfordichnus Whitaker

Диагноз. Система сближенных, но не соприкасающихся субпараллельных валиков, ориентированных почти перпендикулярно к общему направлению следа. Валики уплощены и иногда загибаются под углами около 40° к их простираению [85 с дополнениями].

Steinsfordichnus brutoni Whitaker

Табл. III, фиг. 12

Диагноз. Тот же, что для ихнорода.

Описание. На поверхности серого алевролита цепочка субпараллельных слабо рельефных валиков, расположенных перпендикулярно общему направлению следа. Валики уплощенные, дугообразные или почти прямые с гладкой и неровной, иногда раздвоенной поверхностью не соприкасаются друг с другом и могут загибаться под углами 40 – 45° . Следовые цепочки включают 8–10 сходных по размеру дуг и характеризуются прямой траекторией.

Размеры (мм): длина следа – 70, ширина – около 18. Расстояние между валиками – 1.5–2 при ширине дуг – 2–2.5.

Сравнение. Отпечатки близки голотипу [85, фиг. 1в], где промежутки между валиками несколько

ко более широкие и уплощенные. Как в норвежских, так и в уральских местонахождениях отмечаются два типа следов. Одни – крупные и широкие, почти прямолинейные. Вторые – более мелкие, узкие, с синусоидальной траекторией и хаотичной непараллельной ориентировкой дуг, обособляются в самостоятельный таксон (*S. turbidus* isp. n.). Ходы напоминают *Palaeopascichnus delicatus*, но выделяются по наличию устойчивых промежутков в следовой цепочке. Голотип установлен в пресноводных слоях Old Red. Ашинские ихниты принадлежат морским, но, также как Old Red, орогенным комплексам.

Распространение. Силурийско–нижнедевонские слои Норвегии. Ашинская серия.

Материал. Два отпечатка на поверхности калгасинских алевролитов басинской свиты, р. М. Рязяк. Южный Урал.

Steinsfjordichnus turbidus isp. n.

Табл. III, фиг. 13

Этимология. *Turbidus* (лат.) – нарушенный (в сравнении с типовым ихновидом).

Голотип. ЦГМ № 1/11406 (Обр. 366^a/87) Башкортостан, басс. р. Белой, р. Зиган. Ашинская серия, басинская свита (фиг. 13).

Диагноз. *Steinsfjordichnus* с волнообразной узкой следовой цепочкой, образованной короткими и различными по форме и направлению валиками.

Описание. В позитивном семирельефе на поверхности бордового алевролита – узкая следовая цепочка разнообразных по форме, но близких по размерам, гладких валиков, образующих то выпуклые, то вогнутые дуги. В краевых зонах они прерываются и по простиранию местами сменяются точечным пунктиром пеллет. Взаимное расположение валиков в цепочке не постоянно, субпараллельное или непараллельное, а ориентировка почти перпендикулярная, косесекающая по отношению к оси следа. Количество дуг в цепочке достигает 13–15, расстояние между ними меняется, но в сравнительно ограниченных пределах. Следы довольно резко переходят во вмещающую породу.

Размеры (мм): длина следа – >55, ширина – 2–7. Расстояние между валиками – 1–2.5, ширина дуг – 1.5–2.5, уменьшается в краевых зонах.

Сравнение. От типового ихновида *S. brutoni* следы отличаются узкой волнообразной траекторией хаотично расположенных, различных по ориентировке, прерывающихся и пережимающихся дуг.

Распространение. Ашинская серия Урала. Силуро–нижнедевонские слои Норвегии [85, Pl 1, фиг. C].

Материал. Четыре отпечатка из местонахождений рек Зиган и М. Рязяк. Калгасинская пачка басинской свиты.

Ихнород *Torrowangea* Webby

Диагноз. Хаотично меандрирующие тралы, образующие замкнутые и полузамкнутые полигоны различного размера [50, 83 с дополнениями].

Toorrowangea rosey Webby

Табл. III, фиг. 14

Диагноз. Тот же, что для ихнорода.

Описание. Следы сохраняются в позитивном гипорельефе на неровных поверхностях серых алевролитов, песчаников в виде сложной системы пологих дуг, меандр и почти прямолинейных участков. Изгибы следа лишены регулярности, хаотичны с пересечениями, вздутиями и поперечными пережимами. Сегментация меандр не четкая, проявлена локально, может отсутствовать. Выделяется основной наиболее широкий протяженный и рельефный трал, от которого отходят под различными углами более тонкие, формируя нерегулярную сеть замкнутых и полузамкнутых полигонов разного размера. Ширина трала неустойчива и меняется на коротких расстояниях. Главный ствол – основная трасса многократного передвижения илоедов, обеспечивающих достаточно полную переработку осадков.

Размеры (мм): ширина нор – 0.5–3, длина – 60–100.

Сравнение. Уральские экземпляры подобны голотипу [83, фиг. 18с], близки типовому материалу Австралии [81], следам Канады [26, 61] и Южной Африки [50]. Польские ихниты описаны в люблинских слоях венда, коррелируемых с котлинским горизонтом [63].

Распространение. Венд–нижний кембрий южных и северных материков.

Материал. Немногочисленные следы из калгасинской пачки басинской свиты и зиганских слоев рек Такаты и Мендым.

Ихнород *Treptichnus* Miller

Диагноз. Простая или зигзагообразная нора с прямыми и изогнутыми сегментами, для которых характерна тройная пространственная морфология. Сегменты разделены небольшими углублениями или короткими выступами [34, 50].

Treptichnus pedum Seil

Рис. 4

Диагноз. *Treptichnus*, состоящий из субгоризонтального туннеля, от которого отходят короткие, преимущественно односторонние ответвления.

Описание. На поверхности мелкозернистого песчаника – полукруглый след, разделенный на отдельные сегменты небольшими, преимущественно односторонними ответвлениями, косо отходящими от основного трала.

Размеры (мм): протяженность траля – 80, ширина – 3–5, диаметр норки около – 3.

Сравнение. Уральский отпечаток соответствует диагнозу следа и близок *Phycodes pedum* из словес Гросс Ауб, субгруппы Фиш-Ривер, надсерии Нама [40, фиг. 9].

Замечание. След впервые описан [70] как *Phycodes pedum*, позднее включен в состав ихнорода *Treptichnus*.

Распространение. Зональная форма для границы кембрия/докембрия, кембрий Пакистана, Испании, Украины, Швеции, Норвегии, США и ордовик.

Материал. Редкий экземпляр с р. Манайсу, верхнебасинская подсвета.

Treptichnus isp

Табл. III, фиг. 8

Описание. На поверхности мелкозернистого плитчатого песчаника клиновидные следы, расположенные по периферии *Phycodes cf. coranatum*. Стороны клина имеют трехчленное строение и разделены двумя желобками на примерно равные части. Клиновидные формы вложены друг в друга, плотно соприкасаются и имеют общее простираание. Помимо остроугольных систем полного развития, на поверхности напластования отмечены их фрагменты, сохраняющие особенности строения, но несколько деформированные.

Размеры (мм): протяженность следа – 45. Угол клиновидного сочленения – 30–45°. Ширина сторон клина изменяется в пределах 1.5–2.9.

Сравнение. Уральские отпечатки по внешнему облику и размерам близки голотипу *T. triplex*

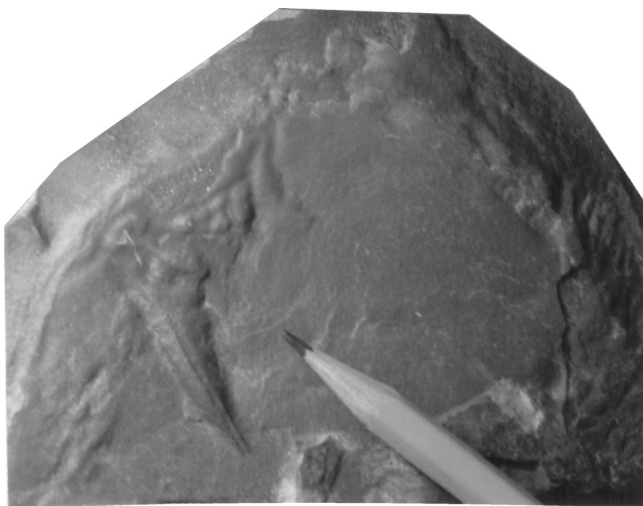


Рис. 4. Зональный репер границы кембрия/докембрия.

Treptichnus pedum Seil. в ассоциации с формами, близкими *Corumbella*. Верхнебасинские слои ашинской серии р. Манайсу. $\times 1$. Фото А.И. Кукушкина.

из хмельницкой свиты балтийской серии Украины [18, 19, с.71, табл. LI], но характеризуются несколько худшей сохранностью и более тесной упаковкой клиновидных форм.

Распространение. Ихнород известен в различных системах фанерозоя [53] и отложениях неопротерозоя.

Материал. Немногочисленные отпечатки из ашинской серии, басинской свиты р. Манайсу.

Ихнород *Tuapseichnium* Vialov

Диагноз. Радиальные, ветвистые, иногда сетеподобные норы с билатеральной симметрией [11, 72, 73].

Tuapseichnium radialis isp. n

Табл. III, фиг. 15

Голотип. ЦГМ № 1/11406 9(Обр. 300/87) Башкортостан, р. Б. Рязяк, район пос. Сафартул. Кровля басинской свиты, ашинской серии.

Диагноз. Радиально-ветвистые *Tuapseichnium*.

Описание. Система узких радиально-ветвистых цепочек, выходящих из центрального эллипсовидного погружения под углами 40–50°. По мере удаления от центра прямолинейные цепочки разветвляются под углами 80° и более градусов, сохраняя элементы двусторонней симметрии и формируя внутренние круговые сегменты. Цепочки образованы небольшими субпараллельными волнистыми дужками, односторонне ограниченными прямолинейными и радиальными валиками. Общий контур следа округлый, неравномерно рельефный.

Размеры (мм): диаметр следа – 50–55, количество цепочек – 6, длина цепочек – 26–30, ширина – 2–4, размер центрального эллипса – 10 $\times$ 5.

Сравнение. В отличие от рис. *T. cervicorne* [72], уральский отпечаток характеризуется ветвистостью радиальных цепочек, иным их количеством и наличием круговых сегментов.

Распространение. Ашинская серия Южного Урала. Древнейший представитель ихнорода, развитие которого ограничивалось мезозоем и кайнозоем.

Материал. Голотип и фрагменты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В стратотипе позднего докембрия на западном склоне Южного Урала выявлен новый для региона палеонтологический объект – следы жизнедеятельности. Впервые приведены изображения и описания древних следов, несущих важную информацию о стратиграфии и условиях формирования пограничных слоев кембрия/докембрия.

Древнейшие ихнофоссилии обнаруживают отчетливую изменчивость в восходящих разрезах от примитивных и количественно весьма ограничен-

ных таксонов к более разнообразным и многочисленным представителям, формирующим маркирующие горизонты и ихноассоциации.

Наряду с ранее открытой эдиакарской фауной, ихнофоссилии существенно расширяют палеонтологическую характеристику некогда немых стратон и создают основу для биостратиграфических исследований.

Ранние следы жизнедеятельности и особенности их пространственной зональности открывают новые возможности обоснования возрастных корреляций и фациальных условий формирования древних комплексов в ряде горнорудных районов Урала.

Открытие эдиакарской фауны и ихнофоссилий на Урале знаменует новый этап в изучении биостратиграфии дофанерозойских толщ региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Ч. I. / Ред. А.В. Хабаков. М.: Госгеотехиздат, 1962. 578 с.
2. Беккер Ю.Р. Первые палеонтологические находки в рифее Урала. Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 3. С. 90–100.
3. Беккер Ю.Р. Древнейшая эдиакарская биота Урала. Изв. АН. Сер. геол. 1992. № 6. С. 16–24.
4. Беккер Ю.Р. Геологический потенциал древних ихнофоссилий в стратотипе позднего докембрия Южного Урала. Региональная геология и металлогения. 2010. № 43. С. 18–35.
5. Беккер Ю.Р., Келлер Б.М., Козлов В.И., Ротарь А.Ф. Стратотипический разрез рифея // Стратиграфия верхнего протерозоя СССР. Рифей, венд. Л.: Наука, 1979. С. 71–89.
6. Беккер Ю.Р., Кишка Н.В. Открытие эдиакарской биоты на Южном Урале // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии: тр. XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 109–120.
7. Беккер Ю.Р., Кишка Н.В. Ископаемые следы в верхневендских отложениях Южного Урала. Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 6. С. 66–78.
8. Вассоевич Н.Б. Условия образования флиша. М.–Л.: Гостоптехиздат, 1951. 240 с.
9. Вендская система. М.: Наука, 1985. Т. 1. 221 с. Т. 2. 237 с.
10. Вялов О.С. Следы жизнедеятельности организмов и их палеонтологическое значение. Киев: Наук. думка, 1966. 219 с.
11. Вялов О.С. Редкие проблематики из мезозоя Памира и Кавказа. Львов. Палеонтологический сборник. 1971. № 7, вып. 2. С. 85–93.
12. Вялов О.С., Гаврилишин В.Н., Даныш В.В. Ихнологические наблюдения на литорали Белого и Баренцова морей // Следы жизнедеятельности древнейших организмов и проблемы реконструкции палеогеографических обстановок прошлого. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1978. С. 13–25.
13. Гуреев Ю.А. Кольцевые биоглифы из отложений каниловской серии венда Приднестровья. Геол. журнал. 1983. Т. 43, № 1. С. 130–132.
14. Гуреев Ю.А. О перспективах палеоихнологического метода в стратиграфии. Тектоника и стратиграфия. 1986. Вып. 27. С. 42–47.
15. Гуреев Ю.А. Бесскелетная фауна венда // Биостратиграфия и палеогеографические реконструкции докембрия Украины. Киев: Наук. думка, 1988. С. 65–81.
16. Крымгольц Г.Я. Методика сбора и обработки палеонтолого-стратиграфического материала. Л.: ЛГУ, 1954. 45 с.
17. Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология. Прага, 2006. 122 с.
18. Палий В.М. Остатки бесскелетной фауны и следы жизнедеятельности из отложений верхнего докембрия Подолии // Палеонтология и стратиграфия верхнего докембрия и нижнего палеозоя Юго-Запада Восточно-Европейской платформы. Киев: Наук. думка, 1976. С. 63–77.
19. Палий В.М., Пости Э., Федонкин М.А. Мягкотелые метазоа и ископаемые следы животных венда и раннего кембрия // Палеонтология верхнедокембрийских и кембрийских отложений Восточно-Европейской платформы / Ред. Б.М. Келлер, А.Ю. Розанов. М.: Наука, 1979. 212 с.
20. Соколов Б.С. Очерки становления венда. М.: КМК. ЛТД, 1998. 157 с.
21. Стратиграфический кодекс. Третье издание. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.
22. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Объяснительная записка. Екатеринбург, 1994. 152 с.
23. Федонкин М.А. Ископаемые следы докембрийских Metazoa // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1980. № 1. С. 39–46.
24. Федонкин М.А. Беломорская биота венда. М.: Наука, 1981. 100 с.
25. Федонкин М.А. Палеоихнология вендских Metazoa // Вендская система. Т. 1. М.: Наука, 1985. С. 112–117.
26. Aitken J.D. Uppermost Proterozoic Formations in central Mackenzie Mountains, Northwest Territories // Geological Survey of Canada. 1989. Bull. 368. 26 p.
27. Alpert S.P. Bergaueria Prantl [Cambrian to Ordovician] a probable actinian trace fossil // J. Paleontol. 1973. V. 47, № 5. P. 919–924.
28. Alpert S.P. Planolites and Skolithos from the Upper Precambrian–Lower Cambrian, White-Inyo Mountains, California // J. Paleontol. 1975. V. 49, № 3. P. 508–521.
29. Alpert S.P. Trilobite and star-like trace fossils from the White-Inyo Mountains, California // J. Paleontol. 1976. V. 50, № 2. P. 226–239.
30. Banks N.L. Trace fossils from the late Precambrian and Lower Cambrian of Finnmark, Norway // Trace Fossils / T.P. Crimes and J.C. Harper eds. Geol. J. 1970. Spec. Is. № 3. Seel House Press, Limerpool. P. 19–34.
31. Benton M.J. Trace fossils from Lower Palaeozoic ocean-floor sediments of the Southern Uplands of Scotland // Transact. Royal Society Edinburgh: Earth Sciences. 1982. V. 73, pt. 2. P. 67–87.
32. Brasier M.D., Hewitt R.A. Environmental setting of fossiliferous rocks from the Uppermost Proterozoic–Lower Cambrian of central England // Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoecol. 1979. V. 27, № 1/2. P. 35–57.
33. Bromley R.G. Trace fossils. Biology. Taphonomy and Applications. Chapman Hall. London. 1996. 361 p.

34. *Buatois L.A., Mangano M. G.* Trace fossil from a Carboniferous turbiditic lake. Implication for the recognition of additional nonmarine ichnofacies // *Ichnos*. 1993. № 2. P. 237–258.
35. *Chamberlain C.K.* Morphology and ethology of trace fossils from the Ouachita Mountains, Southeast Oklahoma // *J. Paleontol.* 1971. V. 45, № 2. P. 212–246.
36. *Crimes T.P.* Trilobite tracks and other trace fossils from the Upper Cambrian of North Wales // *Geol. J.* 1970. V. 7, pt. 1. P. 47–68.
37. *Crimes T.P.* Trace fossil and correlation of late Precambrian and early Cambrian strata // *Geol. Mag.* 1987. V. 124, № 2. P. 97–119.
38. *Crimes T.P.* The period of early evolution failure and the dawn of evolutionary success the record of biotic changes across the Precambrian/Cambrian boundary // *The Palaeobiology of Trace Fossil* (Ed S.K. Donovan). Wiley Sons, England. 1994. P. 105–133.
39. *Crimes T.P., Anderson M.M.* Trace fossils from Late Precambrian–Early Cambrian strata of southeastern Newfoundland (Canada): temporal and environmental implications // *J. Paleontol.* 1985. V. 59, № 2. P. 310–343.
40. *Crimes T.P., Germs G.J.B.* Trace fossils from Nama Group (Precambrian–Cambrian), of southwest Africa (Namibia) // *J. Paleontol.* 1982. V. 56, № 4. P. 890–907.
41. *Crimes T.P., Goldring R., Homewood P. et al.* Trace fossils assemblages of deep-sea fan deposits. Gurnigel and Schlieren flysch (Cretaceous–Eocene) // *Ecolog. Geol. Helvet.* 1981. V. 74, P. 953–995.
42. *Crimes T.P., Legg I., Marcos A., Arboleya M.* Late Precambrian–Lower Cambrian trace fossils from Spain // *Trace Fossils 2* / T.P. Crimes and J.C. Harper eds., *Geol. J.* 1977. Spec. Is. № 9. Seel House Press, Liverpool. P. 91–138.
43. *Fillion D., Pickerill R. K.* Ichnology of the Upper Cambrian (?) to Lower Ordovician Bell Island and Wabana groups of eastern Newfoundland, Canada // *Palaeont. Canad.* 1990. V. 7. P. 1–119.
44. *Frey R.W., Howard J.D., Pryor W.A.* Ophiomorpha: its morphologic, taxonomic and environment significance // *Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoecol.* 1978. V. 23. P. 199–223.
45. *Fritz W.H., Crimes T.P.* Lithology, Trace Fossils, and correlation of Precambrian/Cambrian boundary beds. Cassiar Mountains, North-Central British Columbia. Paper Geol. Surv. Canada. 1985. P. 83–113.
46. *Fu S.* Funktion, Vezhalten und Einteilung fucoider und lophoctenoider lebensspuren // *Courier Forschung, Inst. Senckenberg.* 1991. V. 135. P. 1–79.
47. *Fursich F.T.* On Diplocraterion Torell 1870 and the significance of morphological features in vertical spreiten-bearing U-shaped trace fossils // *J. Palaeont.* 1974. V. 48, P. 952–962.
48. *Glaessner M.F.* Palaeozoic arthropod trails from Australia // *Paläontologische Zeitschrift.* 1957. Bd. 31, № 1–2. P. 103–109.
49. *Glaessner M.F.* Trace fossil from the Precambrian and basal Cambrian // *Lethaia.* 1969. V. 2(4). P. 369–393.
50. *Geyer G., Uchman A.* Ichnofossil assemblages from the Nama Group (Neoproterozoic–Lower Cambrian) in Namibia and the Proterozoic/Cambrian boundary problem revisited // *Morocco-95. Beringeria* 1995. Spec. Iss. 2. P. 175–202.
51. *Han Y., Pickerill R.N.* Taxonomic review of the ichnogenus *Helminthopsis* Heer. 1877 with a statistical analysis of selected ichnospecies // *Ichnos*. 1995. V. 4. P. 83–118.
52. *Hantzschel W.* Trace fossil and Problematica // *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W* / R.C. Moore – ed. New York. Lawrence. 1962. P. W 177–W 245.
53. *Hantzschel W.* Trace fossils and problematica // *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W, Miscellanea, Suppl. 1*; Geological Society of America and University of Kansas Press, 1975. 269 p.
54. *Hofmann H.J., Aitken J.D.* Precambrian biota from Little Dal Group, Mackenzie Mountains, northwestern Canada. *Can. J. Earth Sci.* 1979. V. 16. P. 150–166.
55. *Jensen S.* Trace fossil from the Lower Cambrian Mickwitzia sandstone, south-central Sweden. Oslo. Fossil strata. 1997. № 42. P. 1–110.
56. *Jenkins R.J.F., Ford C.H., Gehling J.G.* The Ediacara member of the Rawnsley Quartzite: the context of the Ediacara assemblage (Late Precambrian, Flinders Ranges) // *J. Geol. Soc. Australia.* 1983. V. 30, № 1. P. 101–119.
57. *Kappel J.* Ichnofossilien im Campanium des SE Münsterlandes. Münster. Forsch. Geol. Paleont. 2003. H. 96. 163 s.
58. *Kowalski W.R.* Trace fossils of the Upper Vendian and lowermost Cambrian in Southern Poland // *Bull. Polish Academi Sciences. Earth Sciences.* 1987. V. 35, № 1. P. 21–32.
59. *Kotake N.* Packing process for the filling material // *Chondrites Ichnos*. I. 1991. P. 277–285.
60. *Ksiazkiewicz M.* Trace fossil in the flysch of the Polish Carpathians // *Palaeont. Polon.* 1977. V. 36. 208 p.
61. *Narbonne G.M., Hofmann H.J.* Ediacara biota of the Wernecke Mountains, Yukon, Canada // *Palaentology.* 1987. V. 30, pt. 4. P. 647–676.
62. *Osgood R.G.* Trace fossils of the Cincinnati Area // *Palaeont. Amer.* 1970. V. 6, № 41. P. 282–444.
63. *Paczesa J.* Upper Vendian and Lower Cambrian ichnocoenoses of Lublin region // *Bull. Ins. Geol.* 1986. V. 7, № 355. P. 31–47.
64. *Pemberton S.G. and Frey R.W.* Trace fossils nomenclature and the Planolites-Palaeophycus dilemma // *J. Paleont.* 1982. V. 56, № 4. P. 843–881.
65. *Pemberton S.G., Frey R.W., Bromley R.G.* The ichnotaxonomy of *Conostichnus* and other plug-shaped ichnofossils // *Can. J. Earth Sci.* 1988. V. 25, № 6. P. 866–892.
66. *Pemberton S.G., MacEachern J.A., Frey R.W.* Trace fossil facies model: environmental and allostratigraphic significance // *Facies Models – Response to sealevel change.* Ottawa. Geol. Assoc. Canada. 1992. P. 47–72.
67. *Pickerill R.K., Harland T.L.* Trace fossils from Silurian slope deposits, North Greenland // *Gronl. Geol. Unders Rap.* 1988. V. 137. P. 119–133.
68. *Schindewolf O.H.* Studien aus dem Marburger Buntsandstein // *Frankfurt. Senckenbergiana.* 1928. V. 10. P. 27–37.
69. *Schlirf M., Uchman A.* Revision of the ichnogenus *Sabellarifex* Richter, 1921 and its relationship to *Scolithos* Haldeman, 1840 and *Polykladichnus* Fürsich, 1981 // *J. Systematic Palaeont.* 2005. V. 3, № 2. P. 115–131.
70. *Seilacher A.* Spuren und Fazies im Unterkambrium // *Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan)* / Eds: O. Schindewolf, A. Seilacher.

- Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz. 1955. H. 10. P. 261–446.
71. *Seilacher A.* Lebensspuren als Leitfossilien // *Geol. Rundsch.* 1960. H. 49. P. 41–50.
 72. *Seilacher A.* Pattern analysis of Paleodictyon and related trace fossil. // *Trace fossils 2 / Crimes T.P. and Harper J.C. Geol. J. Special Issue.* 1977. 9. P. 289–334.
 73. *Seilacher A.* *Trace fossil Analysis.* Springer. Berlin, Heidelberg, New York. 2007. 226 p.
 74. *Simpson S.* On the trace fossil Chondrite // *Quar. J. Geol. Soc. London.* 1957. V. 107. P. 475–499.
 75. *Stonley D.C.A., Pickerill R.K.* *Fustiglyphus annulatus* from the Ordovician of Ontario, Canada, with a systematic review of the ichnogenus *Fustiglyphus* Vialov, 1971 and *Rhabdoglyphys* Vassioievich 1951 // *Ichnos.* 1993. V. 3. P. 57–67.
 76. *Trewin N.H.* Isopodichnus in trace fossil assemblage from the Old Red Sandstone // *Lethaia.* 1976. V. 9, № 1. P. 29–37.
 77. *Uchman A.* Taxonomy and palaeoecology of flysch trace fossil. (Miocene, Northern Apennines, Italy). // *Beringeria, Würzburg.* 1995. V. 15. P. 3–115.
 78. *Uchman A.* Taxonomy and ethology of flysch trace fossils: revision of the Marion Ksiazkiewicz collection and studies of complementary material // *Annales Societatis Geologorum Poloniae. Krakow.* 1998. V. 68, № 2-3. P. 105–218.
 79. *Uchman A.* Ichnology of the Rhenodanubian flysch (Lower Cretaceous–Eocene) in Austria and Germany // *Beringeria, Würzburg.* 1999. V. 25. P. 65–171.
 80. *Uchman A.* Eocene flysch trace fossils from the Hecho Group of the Pyrenees, northern Spain // *Beringeria, Würzburg.* 2001. V. 28. P. 3–41.
 81. *Walter M.R., Elphinstone R., Heys G.R.* Proterozoic and Early Cambrian trace fossil from the Amadeus and Georgina Basins, Central Australia // *Alcheringa.* 1989. V. 13, № 3-4. P. 209–256.
 82. *Webby B.D.* Precambrian-Cambrian trace fossils from western New South Wales. *Aust. J. Earth Sciences.* 1984. V. 31, № 3-4. P. 427–439.
 83. *Webby B.D.* Late Precambrian trace fossil from New South Wales // *Lethaia.* 1970. V. 3. P. 79–109.
 84. *Westergård A.H.* Diplocraterion, Monocraterion and Scolites from the Lower Cambrian of Sweden // *Sver. Geol. Undersök.* 1931. Ser. C. №. 372. 25 p.
 85. *Whitaker J.H.McD.* A new trace fossil from the Ringerike Group, Southern Norway // *Proceedings Geol. Assoc.* 1980. V. 91. Part 1-2. P. 85–89.

Рецензент Д.В. Гражданкин

Ichnofossils – a new paleontological object in the Late Precambrian stratotype of the Urals

Ju. R. Bekker

All-Russian Geological Research Institute

A varied assemblage of ichnofossils is discovered in the Late Precambrian stratotype of the Urals. Technique of ancient trace fossils prospecting in fold areas and mining districts is developed. Description and images of new and rare fossil traces are given. This allowed changing of the paleontological appearance of formerly barren stratigraphic units. Ichnoassociations are distinguished and question on the stratigraphic units age is considered in the context of the Cambrian/Precambrian boundary problem.

Key words: *Late Precambrian, stratotype, Ediacaran, ichnostratigraphy, ichnofossils, Cambrian/Precambrian boundary.*