



Vestnik of Geosciences **Вестник геонаук**

Декабрь
December
2020,
№ 12 (312)

Главный редактор

А. М. Асхабов

Chief Editor

A. M. Askhabov

Редакционный совет

А. И. Антошкина, Сыктывкар, Россия
М. А. Т. М. Брокманс, Тронхейм, Норвегия
И. Н. Бурцев, Сыктывкар, Россия
Д. А. Бушнев, Сыктывкар, Россия
Ю. Л. Войтеховский, Санкт-Петербург, Россия
А. Д. Гвишиани, Москва, Россия
И. В. Козырева, Сыктывкар, Россия
М. Комак, Любляна, Словения
В. А. Коротеев, Екатеринбург, Россия
С. В. Кривовичев, Санкт-Петербург, Россия
С. К. Кузнецов, Сыктывкар, Россия
М. Мартинс, Ору-Прету, Бразилия
Т. П. Майорова, Сыктывкар, Россия
Ж. К. Мелгарехо, Барселона, Испания
Ф. Мон, Пекин, Китай
П. Мянник, Таллин, Эстония
А. М. Пыстин, Сыктывкар, Россия
К. М. Соджа, Гамильтон, Нью-Йорк, США
О. В. Удоратина, Сыктывкар, Россия
М. А. Федонкин, Москва, Россия

Editorial Board

Anna I. Antoshkina, Syktyvkar, Russia
Maarten A.T.M. Broekmans, Trondheim, Norway
Igor N. Burtsev, Syktyvkar, Russia
Dmitry A. Bushnev, Syktyvkar, Russia
Yury L. Voytekhsy, Saint Petersburg, Russia
Alexey D. Gvishiani, Moscow, Russia
Irina V. Kozyreva, Syktyvkar, Russia
Marko Komac, Ljubljana, Slovenia
Viktor A. Koroteev, Ekaterinburg, Russia
Sergey V. Krivovichev, Saint Petersburg, Russia
Sergey K. Kuznetsov, Syktyvkar, Russia
Maximiliano de Souza Martins, Ouro Preto, Brazil
Tatyana P. Mayorova, Syktyvkar, Russia
Joan Carles Melgarejo, Barcelona, Spain
Fancong Meng, Beijing, China
Peep Männik, Tallinn, Estonia
Alexander M. Pystin, Syktyvkar, Russia
Constance M. Soja, Hamilton, NY, USA
Oksana V. Udoratina, Syktyvkar, Russia
Mikhail A. Fedonkin, Moscow, Russia

Редакционная коллегия

А. И. Антошкина, *Т. М. Безносова* (ответственный секретарь), *И. Н. Бурцев*, *Д. А. Бушнев*,
И. В. Козырева, *О. Б. Котова* (заместитель главного редактора), *С. К. Кузнецов*, *Т. П. Майорова*,
А. М. Пыстин, *О. В. Удоратина*

Editorial team

A. I. Antoshkina, *T. M. Beznosova* (Executive Secretary),
I. N. Burtsev, *D. A. Bushnev*, *I. V. Kozyreva*,
O. B. Kotova (Deputy Chief Editor), *S. K. Kuznetsov*,
T. P. Mayorova, *A. M. Pystin*, *O. V. Udoratina*

Технический редактор

Г. Н. Каблис

Technical Editor

G. N. Kablis

Заведующий редакцией

Т. А. Некучаева

Managing Editor

T. A. Nekuchaeva

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выходит ежемесячно. Основан в 1995 году академиком Н. П. Юшкиным.
Предыдущее название:
Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН
Пятилетний импакт-фактор
РИНЦ журнала (2019) – 0,381



SCIENTIFIC JOURNAL

Monthly issued. Founded in 1995 by Academician N. P. Yushkin.
Former title:
Vestnik of Institute of Geology of Komi SC UB RAS
Five-year RSCI
impact factor (2019) — 0.381

geo.komisc.ru/vestnik

Содержание

Content

Научные статьи

Scientific articles

Остракоды пограничных отложений девона и карбона
из опорного разреза на р. Ыджыд-Каменка
(Печорская гряда)
Д. Б. Соболев..... 4

Ostracodes from the Devonian-Carboniferous boundary
deposits on the reference section Yjid-Kamenka river
(Pechora Uplift)
D. B. Sobolev 3

Псевдоморфозы по прижизненным формам
организмов в современных вулканитах
Срединно-Атлантического хребта
И. Г. Добрецова..... 26

Living organisms pseudomorphs in modern volcanites
of the Mid-Atlantic Ridge
I. G. Dobretsova..... 26

Моделирование петрографических структур. Статья 2
Ю. Л. Войтеховский, А. А. Захарова, М. Д. Климоchenkov..... 32

Modeling petrographic structures. Paper 2
Yu. L. Voytekhevsky, A. A. Zakharova, M. D. Klimochenkoy..... 32

Краткие сообщения

Short messages

Фонды геологического музея им. А. А. Чернова
и их главный хранитель
Т. М. Безносова..... 36

Repositories of A. A. Chernov Geological Museum
and their Chief Curator
T. M. Beznosova..... 36

Хроника, события, факты

Chronicle, events, facts

Традиционная встреча минералогов
Юшкинские чтения — 2020 40

Traditional Meeting of Mineralogists
Yushkin Readings — 2020 40

Черновские чтения — 2020 43

Chernov Readings — 2020 43

Полевые исследования 2020 года 44

Field work 2020 44

Сейсмологические наблюдения на северо-востоке
европейской части России в 2020 году 48

Seismological observations
in the northeast of the European part of Russia in 2020 48

Указатель материалов, опубликованных
в *Вестнике* в 2020 году 49

Авторский указатель 52

Правила
оформления
статей



Vestnik
article
Formatting

geo.komisc.ru/vestnik/authors



Дорогие друзья, авторы, рецензенты, редколлегия!

Перед вами декабрьский выпуск нашего журнала, последний номер 2020 года.

Года тяжелого, коронавирусного, существенно изменившего нашу жизнь.

Для нас этот год был примечателен тем, что журнал стал выходить под новым названием «Вестник геонаук». Мы остаемся в списках ВАК и GeoRef (as Open-Access Journals), находимся на 39-м месте (из 228) среди российских геологических научных журналов по показателям научной электронной библиотеки Elibrary (рейтинг Science Index).

Это дает нам все основания не только для сохранения позиций журнала, но и для дальнейшего повышения рейтинга (Journals Ranking), расширения баз цитирования (WoS, Scopus, RSCI др.). Журнал и далее планирует публиковать научные статьи (включая обзоры) с актуальной проблематикой и краткие сообщения по основным направлениям наук о Земле, а также статьи о научных достижениях российских и иностранных ученых, критические и библиографические обзоры, информацию о значительных событиях в геологической жизни (конференции, полевые экскурсии, музейное наследие и др.). Мы внесли некоторые изменения в политику журнала (см. на сайте) и уточнили, какую информацию мы собираем и почему она необходима; рассматриваем права всех участников в соответствии с положениями GDPR (Общий регламент защиты персональных данных).

Заверяем вас, что в будущем году мы приложим все усилия, чтобы журнал стал еще более интересным и актуальным. Как искренние патриоты российской научной периодики, будем достигать этого, опираясь на общее наше стремление служить делу развития науки и пропагандируя ее результаты.

Поздравляем вас с Новым, 2021 годом и желаем здоровья, успехов, новых открытий и неиссякаемого интереса к науке!

Главный редактор академик А. М. Асхабов

Dear friends, authors, reviewers, editorial board!

Behold the December issue of our Journal, the last issue of 2020. It was a difficult, corona-virus year that significantly changed our lives. This year was also notable for us because Journal got a new title "Vestnik of Geosciences". We are included in the lists of the Higher Attestation Commission and GeoRef (as Open-Access Journals). We occupy the 39th place (out of 228) among Russian geological scientific journals according to Elibrary Science Index rating. This is the reason not only to maintain positions of Journal, but also to increase ranking and to enter WoS, Scopus, RSCI, etc. Journal plans to continue publishing scientific papers (including reviews) with topical issues and short reports on the main areas of geosciences, as well as papers on the scientific achievements of Russian and foreign researchers, critical and bibliographic reviews, information on significant events in geological life (conferences, field excursions, museum heritage, etc.). We changed Journal policy (see the website) and clarified what information we collect and why it is needed. We respect the rights of all participants according to the General Data Protection Regulation.

We assure you that next year we will do our best to make Journal more interesting and relevant. As sincere patriots of Russian scientific periodicals, we will achieve this being supported by our common desire to serve the development of science and popularizing achievements.

We congratulate you on the New 2021 Year and wish you health, success, new discoveries and inexhaustible interest in science!

Editor-in-Chief, Academician A. M. Askhabov





ОСТРАКОДЫ ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДЕВОНА И КАРБОНА ИЗ ОПОРНОГО РАЗРЕЗА НА Р. ЫДЖЫД-КАМЕНКА (ПЕЧОРСКАЯ ГРЯДА)

Д. Б. Соболев

Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар; dbsobolev@rambler.ru

В статье приведены новые данные по остракодам и их стратиграфическому распространению в пограничных отложениях девона и карбона (D_3-C_1) из опорного разреза на р. Ыджыд-Каменка (Печорская гряда). Рассмотрено положение разреза р. Ыджыд-Каменка и разрезов стратотипической области Южного Урала относительно трансгрессивно-регрессивной последовательности. Дополнена таксономическая характеристика верхней части остракодовой зоны *Pseudoleperditia venulosa* — *Coryellina alba* — *Cribriconcha primaris* (гумеровский горизонт). Отмечено постепенное и незначительное изменение комплекса остракод при переходе от гумеровского к малевскому горизонтам, что не дает возможности проведения границы между горизонтами. Наиболее распознаваемая граница по фауне остракод может быть проведена в основании зоны *Ps. venulosa* — *Cor. alba* — *Cr. primaris* (Ю. Урал), которое совпадает с начальной фазой Хангенбергской трансгрессии.

Ключевые слова: остракоды, верхний девон, нижний карбон, стратиграфия, корреляция, гумеровский горизонт, Печорская гряда.

OSTRACODES FROM THE DEVONIAN-CARBONIFEROUS BOUNDARY DEPOSITS ON THE REFERENCE SECTION YJID-KAMENKA RIVER (PECHORA UPLIFT)

D. B. Sobolev

Institute of Geology FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar; dbsobolev@rambler.ru

This article presents new data on ostracodes and their stratigraphic distribution in the boundary deposits of the Devonian and Carboniferous (D_3-C_1) in the reference section Kamenka River (Pechora Uplift). The positions of the Kamenka River section and stratotypic sections of the southern Urals relative to the transgressive-regressive sequence are considered. The ostracode assemblage of the *Ps. venulosa* — *Cor. alba* — *Cr. primaris* zone, which occurs in the section on the Kamenka River and appears in sections of the southern Urals from the base of this zone, is represented by the following taxa: *Pseudoleperditia venulosa* (Kummerov), *Coryellina alba* Kotschetkova, *Bairdia zaninae* Posner, *Blessites feluyensis* Tschigova, *Shishaella alekseevae* Tschigova, *Knoxella complanata* (Kummerov), *Cavellina subeichwaldi* Buschmina. The taxonomic characteristics of the upper part of the *Pseudoleperditia venulosa* — *Coryellina alba* — *Cribriconcha primaris* ostracode zone (Gumerovian Regional Substage (Horizon)) are supplemented *Acratia subordinaria* Buschmina, *Healdianella* ex gr. *alba* Lethiers, *Phlyctiscapha ? pusilla* Gurevitsch, *Pustulobairdia* ex gr. *confragosa* (S. et Sm.), *Acanthoscapha pechorica* Sobolev, *Acratina romboiformis* Sobolev, and *Rectobairdia eleganta* Sobolev first appear at this level. A gradual and insignificant change in the ostracode association is observed during the transition from the Gumerovian Horizon to the Malevian Horizon, which precludes drawing the boundary between them. It is suggested that it would have been more appropriate to draw the boundary at the base of the global Hangenberg transgressive event near the base of the *Ps. venulosa* — *Cor. alba* — *Cr. primaris* ostracode zone (South Urals), which coincides with the initial phase of this transgression.

Keywords: ostracodes, Upper Devonian, Lower Carboniferous, stratigraphy, correlation, Gumerovo Horizon, Pechora Uplift.

Введение

Вопросу проведения биостратиграфической границы между девонем и карбоном в последние годы уделяется много внимания. В первую очередь это связано с назревшей необходимостью обновления региональных и унифицированных стратиграфических схем Русской платформы и Урала. Кроме того, с обнаружением зональных форм конодонтов *Siphonodella sulcata* (Huddle, 1934) ниже ранее установленной международной границы с «золотым» гвоздем в стратотипическом разрезе Ла Серр (Франция) начался увлекательный процесс по пересмотру критериев её проведения и выбора нового стратотипа [32, 51]. В 2019 году в Кельне было проведено голосование рабочей группы по границе девонского и каменноугольного

периодов, по результатам которого было решено искать границу вблизи уровня первого появления конодонтов *Protognathodus kockeli*. На этом рубеже заканчиваются регрессивный эпизод (в Западной Европе соответствующий уровню хангенбергского песчаника = HSS) и массовое вымирание.

Одним из немногих разрезов в мелководно-морских фациях, вскрывающих пограничные отложения девонской и каменноугольной систем, является опорный разрез на р. Ыджыд-Каменка, который является геологическим заказником республиканского значения. Здесь отсутствует перерыв на уровне регрессивной фазы Хангенберг (соответствующий HSS), характерный для многих мелководно-шельфовых отложений [15]. Однако комплекс конодонтов, установлен-

Для цитирования: Соболев Д. Б. Остракоды пограничных отложений девона и карбона из опорного разреза на р. Ыджыд-Каменка (Печорская гряда) // Вестник геонаук. 2020. 12(312). С. 4–25. DOI: 10.19110/geov.2020.12.1.

For citation: Sobolev D. B. Ostracodes from the devonian-carboniferous boundary deposits on the reference section Yjid-Kamenka river (Pechora Uplift). Vestnik of Geosciences, 2020, 12(312), pp. 4–25, doi: 10.19110/geov.2020.12.1.



ный А. В. Журавлевым, не содержит вид *Protognathodus kockeli*, что не позволяет провести дробное расчленение зоны praesulcata и провести эту границу. В то же время в относительно глубоководных известняках на этом уровне содержатся не только бентосные, но и планктонные (энтомозойдные) остракоды.

В настоящей работе приведены новые данные по остракодам и их стратиграфическому распространению в пограничных отложениях девона и карбона на р. Ыджид-Каменка (Печорская гряда), а также корреляция с Франко-Бельгийским бассейном и Южноуральским регионом.

По тексту статьи и на рисунках используются следующие сокращения: HBS — Hangenberg Black Shale, HSS — Hangenberg Sandstone, L. — Lower, M. — Middle, U. — Upper, A. — Akidellina, Cor. — Coryellina, Cr. — Cribroconcha, cr. — crenulata, du. — duplicata, Ps. — Pseudoleperditia, Q. — Quasiendothyra, R. — Richterina, S. — Siphonodella, Кон. — конодонты, Остр. — остракоды.

Материал и методы

Основой для данной работы послужили полевые исследования на р. Ыджид-Каменка (N 65°04'27,46"; E 056°42'51") (рис. 1), проведенные автором совместно с А. В. Журавлевым и Д. А. Груздевым в 1989 и 2016 гг.

Остракоды получены из карбонатно-глинистых пород путем растворения в ледяной уксусной кислоте [53]. В результате установлено порядка 70 таксонов, большая часть из которых будет рассмотрена ниже.

Изображения остракод получены на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 LMN (ЦКП «Геонаука» ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, опера-

тор А.С. Шуйский). Стереоскопические снимки сделаны с наклоном в 10 градусов для боковой поверхности створки и 5 градусов — для дорсальной и вентральной поверхностей. Коллекции хранятся в Геологическом музее им. А. А. Чернова в Институте геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар) под № 333, 335, 337.

Обзор установленных таксонов

Остракоды пограничных отложений девона и карбона на р. Ыджид-Каменка (Печорская гряда) впервые описаны автором в 2019 году [21]. Наиболее сходные комплексы отмечаются в Мугоджарах и в Южно-Уральском регионе в разрезах Берчогур [23, 28], Зиган и Сиказа [1, 12, 59].

Стратиграфическое распространение остракод и зональное расчленение разреза на р. Ыджид-Каменка приведены на рис. 2. Кроме того, показана корреляция остракодовых зон с конодонтовыми. Последние данные по конодонтам и зональному расчленению этого разреза опубликованы А. В. Журавлевым [63, 64]. Ниже приведен обзор изученных таксонов остракод в разрезе на р. Ыджид-Каменка и их распространение относительно стандартной конодонтовой зональности (в скобках).

Acanthoscapha pechorica Sobolev, 2019 (рис. 3, фиг. 1—3, обр. 121-1-10) (M. praesulcata — sulcata) описан нами из верхнефаменско-нижнетурнейских отложений на р. Ыджид-Каменка. Встречается на р. Вангыр (северная часть Предуральяского краевого прогиба, юг гряды Чернышева) в зоне sulcata [21].

Acratia sp. A по [40] (рис. 3, фиг. 4—6, обр. 121-5/16, 121-17/16) (M.-U. praesulcata). Форма встречается в верхнефаменских (M.-U. praesulcata) от-

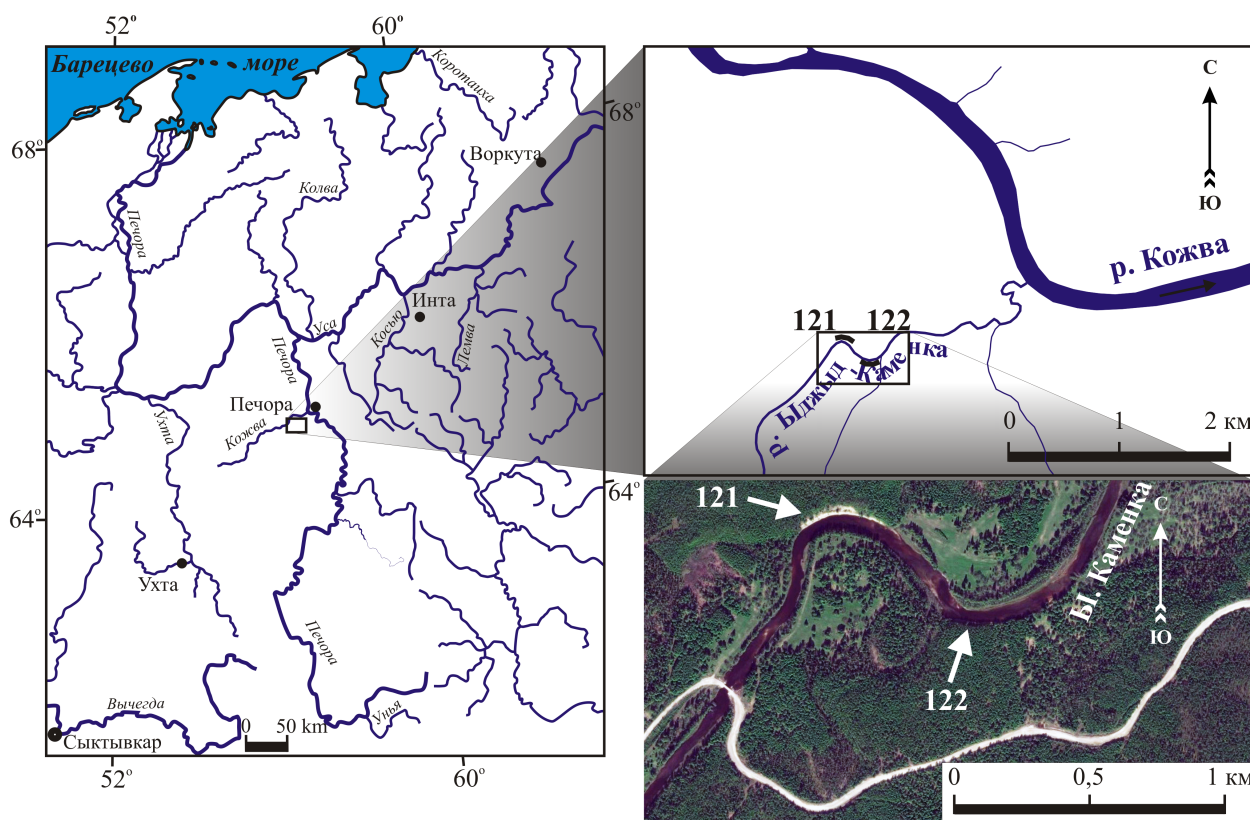


Рис. 1. Схематические карты и космоснимок с расположением разрезов на р. Ыджид-Каменка

Fig. 1. Locality map of the Yjid-Kamenka River section

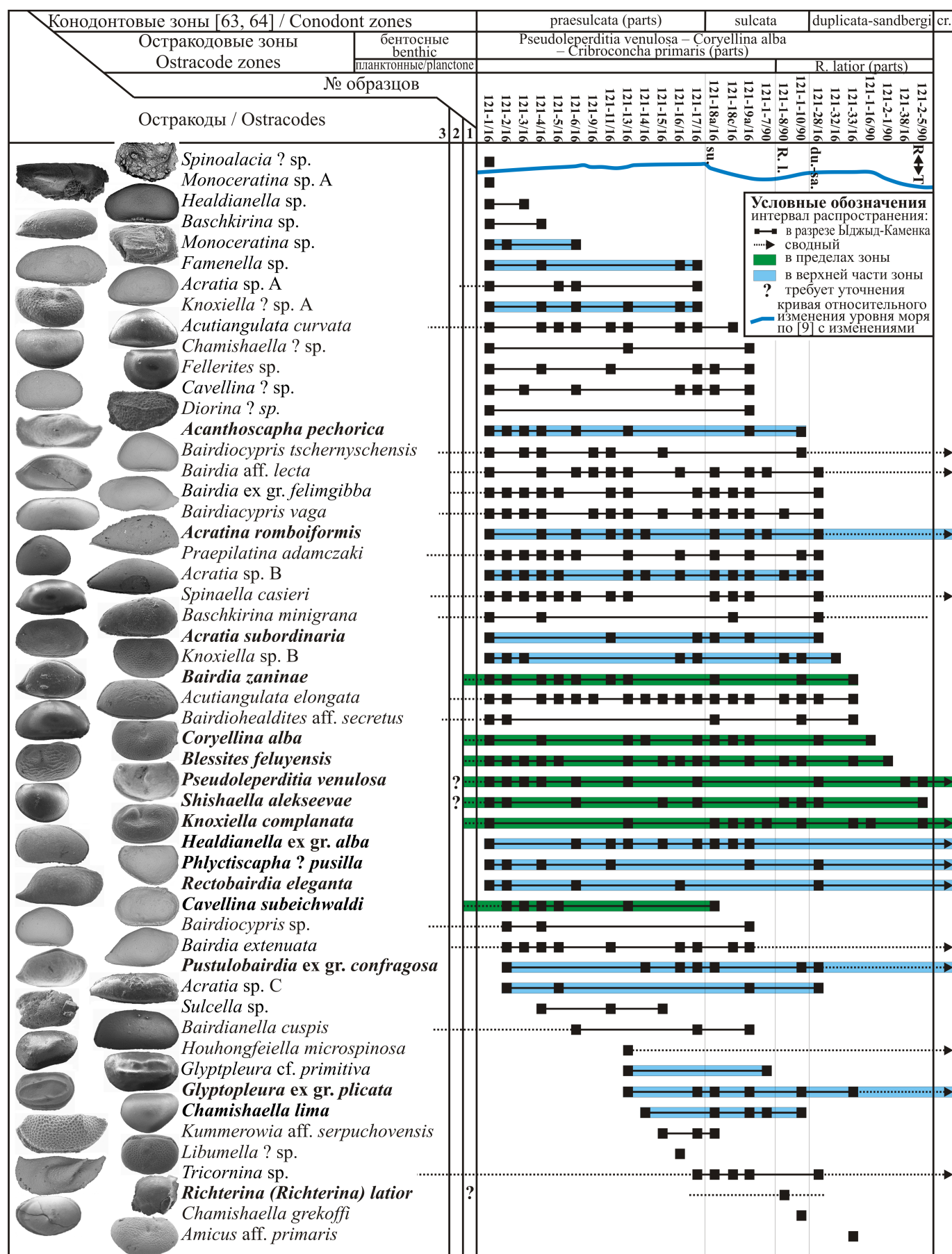


Рис. 2. Стратиграфическое распределение остракодов в разрезе на р. Ыджыд-Каменка с обобщенными интервалами распространения. Жирным шрифтом выделены стратиграфически важные таксоны. 1 — нижняя часть гумеровского горизонта (основание *Pseudoleperditia venulosa* — *Coryellina alba* — *Cribroconcha primaris*; верхняя часть *M. praesulcata*), аналоги нижней части Hangenberg Black Shale; 2 — зиганские слои (*Akidellina lytvaensis* — *Shishaella*; *L. praesulcata* — часть *M. praesulcata*); 3 — абию-сканские слои (*Akidellina lytvaensis* — *Bouckaertites komiensis*; *expansa*); cr. — конодонтовая зона *crenulata*



Fig. 2. Stratigraphic distribution of ostracodes in the Yjid-Kamenka River section with generalized distribution intervals. Stratigraphically important taxa are shown in bold. **1** — analogs of the lower part of the Hangenberg Black Shale — lower part of the Gumerovian Horizon (base of the *Pseudoleperditia venulosa* — *Coryellina alba* — *Cribroconcha primaris* zone; upper part of the *M. praesulcata* conodont zone); **2** — Zigan Layers (*Akidellina lytvaensis* — *Shishaella*; *L. praesulcata* — part of *M. praesulcata*); **3** — Abyuscan Layers (*Akidellina lytvaensis* — *Bouckaertites komiensis*; *expansa*); cr. — crenulata conodont zone. The curve of relative sea-level changes from [9]

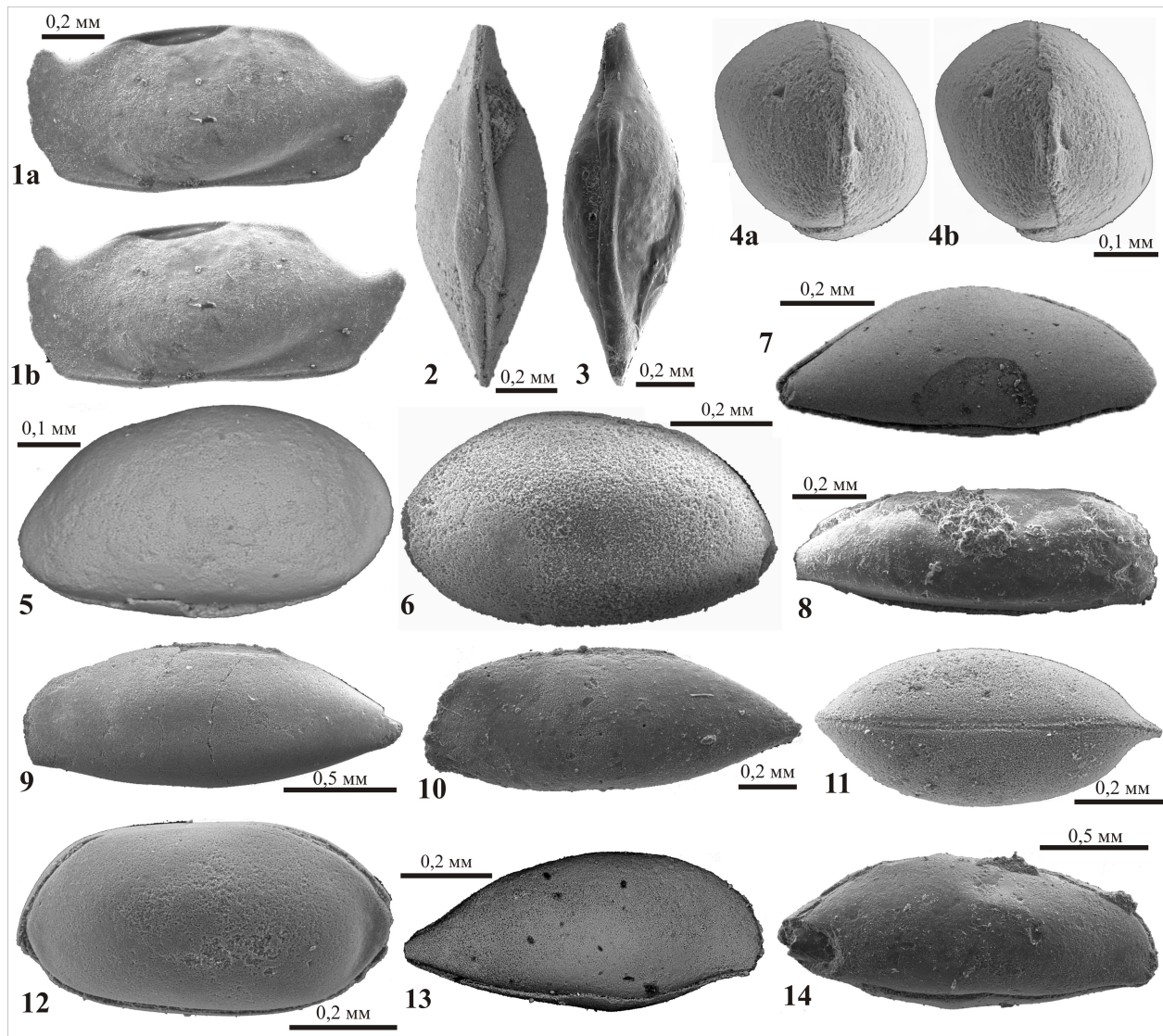


Рис. 3. 1–3 — *Acanthoscapha pechorica* Sobolev, 2019, целые раковины: **1** — голотип № 333/6-27, стереопара со стороны левой створки, обр. 121-1-10; **2** — экз. №333/35-8, со стороны брюшного края, обр. 121-1-10; **3** — экз. №337/6-28, со стороны спинного края, обр. 121-1-10; **4–6** — *Acratia* sp. A (sensu Casier & Lethiers, 2001), целые раковины: **4** — экз. №333/39-12, стереопара со стороны переднего конца; **5** — экз. №333/36-14, со стороны правой створки, обр. 121-5/16; **6** — экз. №333/39-10, со стороны левой створки, обр. 121-17/16; **7** — *Acratia* sp. B экз. №333/35-35, целая раковина со стороны правой створки, обр. 121-1-10; **8–10** — *Acratia* sp. C, целые раковины: **8** — экз. №333/38-23, со стороны правой створки, обр. 121-5/16; **9** — экз. №333/39-28, со стороны левой створки, обр. 121-19A/16; **10** — экз. №333/39-40, со стороны левой створки, обр. 121-28/16; **11, 12** — *Acratia subordinaria* Buschmina, 1970, целые раковины: **11** — экз. №333/39-7, со стороны спинного края, обр. 121-11/16; **12** — экз. №333/39-23, со стороны правой створки, обр. 121-19A/16; **13, 14** — *Acratina romboiformis* Sobolev, 2019, целые раковины: **13** — экз. № 333/36-40, со стороны правой створки, обр. 121-1/16; **14** — голотип № 333/52-5, со стороны правой створки, обр. 122-1-1

Fig. 3. 1–3 — *Acanthoscapha pechorica* Sobolev, 2019, carapaces: **1** — holotype № 333/6-27, stereo-pair in left lateral view, samp. 121-1-10; **2** — №333/35-8, in ventral view, samp. 121-1-10; **3** — №337/6-28, in dorsal view, samp. 121-1-10; **4–6** — *Acratia* sp. A (sensu Casier & Lethiers, 2001), carapaces: **4** — №333/39-12, stereo-pair in anterior view; **5** — №333/36-14, in right lateral view, samp. 121-5/16; **6** — №333/39-10, in left lateral view, samp. 121-17/16; **7** — *Acratia* sp. B №333/35-35, carapace in right lateral view, samp. 121-1-10; **8–10** — *Acratia* sp. C, carapaces: **8** — №333/38-23, in right lateral view, samp. 121-5/16; **9** — №333/39-28, in left lateral view, samp. 121-19A/16; **10** — №333/39-40, in left lateral view, samp. 121-28/16; **11, 12** — *Acratia subordinaria* Buschmina, 1970, carapaces: **11** — №333/39-7, in dorsal view, samp. 121-11/16; **12** — №333/39-23, in right lateral view, samp. 121-19A/16; **13, 14** — *Acratina romboiformis* Sobolev, 2019, carapaces: **13** — № 333/36-40, in right lateral view, samp. 121-1/16; **14** — holotype № 333/52-5, in right lateral view, samp. 122-1-1

ложениях Монтань Нуар [40], ниже проявления Хангенбергского эвстатического события (HBS), и не доходит до утвержденной границы девона и карбона.

***Acratia* sp. B** (рис. 3, фиг. 7, обр. 121-1-10) (*M. praesulcata* — *duplicata*). По очертанию раковины схож с *Acratia hamata* Sam. et Smirnova, 1960 по [23, 19] из нижнетурнейских (*sulcata*) отложений Южного Урала, но отличается более округлыми концами. От голотипа *Acratia hamata* отличается полого выгнутым спинным краем и перегибом брюшного края в передней трети длины раковины, а также более сглаженными и укороченными передним и задним концами.

***Acratia* sp. C** (рис. 3, фиг. 8—10, обр. 121-5/16, 121-19A/16) (*M. praesulcata* — *duplicata*). Схожая форма *A. cf. insolita* встречается в верхнефаменских (*praesulcata*) отложениях южного Китая [44; Pl. 3, fig. 8].

***Acratia subordinaria* Buschmina, 1970** (рис. 3, фиг. 11, 12, обр. 121-11/16, 121-19A/16) (*M. praesulcata* — *duplicata*) описан из верхнефаменских отложений Сибири [4, 2]. Совместно с этим видом встречаются фораминиферы *Septatournayella* cf. *rauserae*, септогломоспиралеллы и бисферы.

***Acratina romboiformis* Sobolev, 2019** (рис. 3, фиг. 13, 14, обр. 121-1/16) известен из верхнефаменско-нижнетурнейских отложений на р. Ыджыд-Каменка в интервале зон М.—U. *praesulcata* — *crenulata*.

***Acutiangulata curvata* (Posner, 1979)** [17] (рис. 4, фиг. 1, 2, обр. 121-16/16, 121-17/16) (*postera*? — *sulcata*) описан из упинских отложений Московской синеклизы. По очертанию раковины похож на *Acratia bidecliva* Lethiers et Feist, 1991 по [43], выделенный из верхнефаменско-нижнетурнейских отложений разреза Avesnois

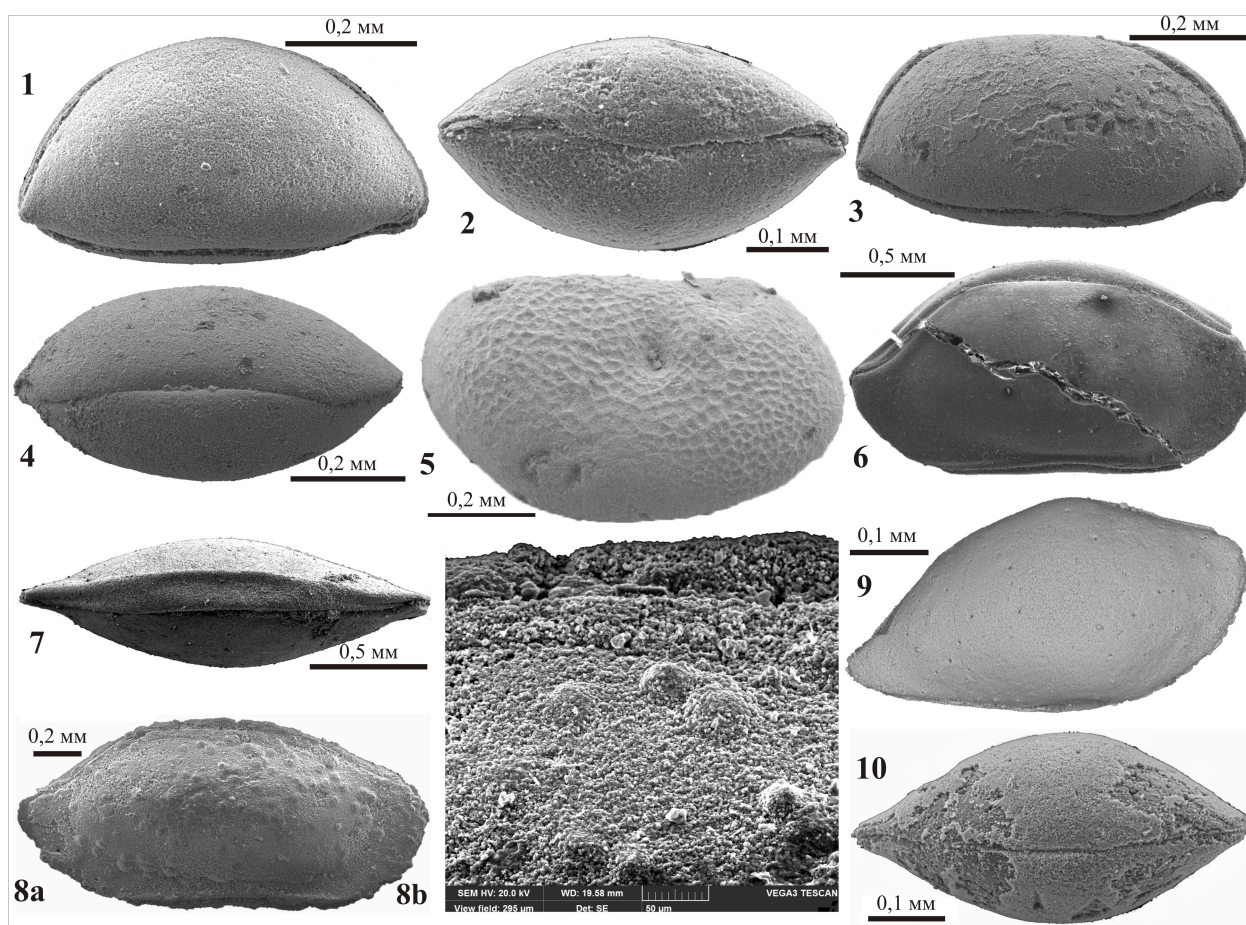


Рис. 4. 1, 2 — *Acutiangulata curvata* (Posner, 1979), целые раковины: 1 — экз. № 333/39-2, со стороны правой створки, обр. 121-16/16; 2 — экз. № 333/39-13, со стороны брюшного края, обр. 121-17/16; 3, 4 — *Acutiangulata elongata* (Posner, 1979), целые раковины: 3 — экз. № 333/37-35, со стороны правой створки, обр. 121-1/16; 4 — экз. № 333/37-36, со стороны спинного края, обр. 121-1/16; 5 — *Amicus* aff. *primaris* Tschigova, 1977, — экз. № 333/35-25, правая створка с внешней стороны, обр. 121-33/16; 6—8 — *Bairdia* aff. *lecta* Bushmina, 1970, целые раковины: 6 — экз. № 337/6-15, со стороны правой створки, обр. 121-1-10; 7 — экз. № 333/37-54, со стороны спинного края, обр. 121-1/16; 8, a, b — экз. № 333/39-31, со стороны правой створки, обр. 121-28/16; 8, b — увеличенный фрагмент центрально-спинной области; 9, 10 — *Bairdia extenuata* Nazarova, 1951, целые раковины: 9 — экз. № 333/36-13, со стороны правой створки, обр. 121-5/16; 10 — экз. № 333/39-4, со стороны спинного края, обр. 121-16/16

Fig. 4. 1, 2 — *Acutiangulata curvata* (Posner, 1979), carapaces: 1 — № 333/39-2, in right lateral view, samp. 121-16/16; 2 — № 333/39-13, in ventral view, samp. 121-17/16; 3, 4 — *Acutiangulata elongata* (Posner, 1979), carapaces: 3 — № 333/37-35, in right lateral view, samp. 121-1/16; 4 — № 333/37-36, in dorsal view, samp. 121-1/16; 5 — *Amicus* aff. *primaris* Tschigova, 1977, — № 333/35-25, right valve in lateral view, samp. 121-33/16; 6—8 — *Bairdia* aff. *lecta* Bushmina, 1970, carapaces: 6 — № 337/6-15, in right lateral view, samp. 121-1-10; 7 — № 333/37-54, in dorsal view, samp. 121-1/16; 8, a, b — № 333/39-31, in right lateral view, samp. 121-28/16; 8, b — detail of dorsal area; 9, 10 — *Bairdia extenuata* Nazarova, 1951, carapaces: 9 — № 333/36-13, in right lateral view, samp. 121-5/16; 10 — № 333/39-4, in dorsal view, samp. 121-16/16



на севере Франции (фораминиферовые зоны *Q. communis communis* — доживающие *Quasiendothyra*). Приведенное в этой работе изображение, на наш взгляд, отличается от голотипа [54] более полого выгнутым брюшным краем. В Мугоджарах (Западный Казахстан, Берчогур) вид распространен в отложениях верхнего фамена-турне (остракодовая зона *Pseudoleperditia venulosa*—*Coryellina alba*—*Cribroconcha primaris* и нижняя часть зоны *Pseudoleperditia venulosa*—*Coryellina fortis*—*Cribroconcha vera* или в интервале слоев с *P. inornatus* — зона *sulcata*).

***Acutiangulata elongata* (Posner, 1979)** (рис. 4, фиг. 3, 4, обр. 121-1/16) (*praesulcata* — *duplicata*) описан из хованских отложений Московской синеклизы. Встречен в Днепровско-Донецкой впадине и в вырьинской свите Колво-Вишерского края [17]. В Мугоджарах (Берчогур) распространение вида ограничено зоной *sulcata* нижнего турне. В других южноуральских разрезах (Зиган и Сиказа) вид встречается в отложениях зиганского, гумеровского и малевского горизонтов (*praesulcata* — *sulcata*).

***Amicus* aff. *primaris* Tschigova, 1977** (рис. 4, фиг. 5, обр. 121-33/16) (*duplicata*). От голотипа отличается большей скошенностью заднего конца к брюшному краю и положением S2 вблизи центральной линии. Распространен в нижнетурнейских отложениях Русской платформы, Tn1b Франко-Бельгийского бассейна, Закавказья и Притиманья [24].

***Bairdia* aff. *lecta* Bushmina, 1970** (рис. 4, фиг. 6—8, обр. 121-1-10) (*L. praesulcata* — *L. crenulata*) описан из среднетурнейских отложений Сибири [5, 7]. Встречается в турнейских отложениях Польши [55], в остракодовой зоне *Ps. venulosa* (= конодонтовые зоны *sandbergi* — *L. crenulata*) и верхнефаменских (*L. praesulcata*, под аналогами HBS) отложениях формации Menggongao Южного Китая [49, 44: *Ceratobairdia* sp., Pl. 3, fig. 7]. В нашем материале помимо гладких створок встречаются отдельные экземпляры с редкими пустулами на поверхности (рис. 4, фиг. 8).

***Bairdia extenuata* Nazarova, 1951** (рис. 4, фиг. 9, 10, обр. 121-5/16, 121-16/16) (*M. praesulcata* — *L. duplicata* — *quadruplicata*?). В отличие от голотипа, выделенного из нижнетурнейских отложений Волгоградской области [19], изученные нами экземпляры имеют более резкие перегибы спинного края. Вид известен из верхнефаменско-нижнетурнейских (*M. praesulcata* — *L. duplicata*) отложений Франко-Бельгийского бассейна [40, 43, 39], нижнетурнейских (возможно, и среднетурнейских — зона *quadruplicata*) отложений Колымского массива, из нижней части бастахской свиты [5, 6] и малевского горизонта Тимано-Печорской провинции [26].

***Bairdia* ex gr. *felimgibba* Becker, 1982** [29] (рис. 5, фиг. 1, 2, обр. 121-2/16) (*M. praesulcata* — *L. duplicata*) имеет широкое распространение в глубоководно-шельфовых верхнефаменско-нижнетурнейских отложениях Тюрингии, Франко-Бельгийского бассейна [31, 40, 41, 57] и Урала [20]. Морфологически сходные таксоны известны как из более древних франских и фаменских (верхнедевонских) отложений (*B. galinae* [11, 34]), так и из более молодых визейского и серпуховского яруса [22].

***Bairdia zaninae* Posner, 1979** (рис. 5, фиг. 3—5, обр. 121-6/16) (*M. praesulcata* — *crenulata*?) описан из малевско-упинских отложений Московской синеклизы [17]

и широко распространен в отложениях от малевского до черепетского горизонтов Тимано-Печорской провинции [25, 26]. В Мугоджарах встречается в слоях с *P. inornatus* и в зоне *sulcata*, соответствующих остракодовой зоне *Ps. venulosa*—*Cor. alba*—*Cr. primaris*. В Южном Китае вид известен как *B. sp.* 3 из нижней части формации Malanbian, залегающей над кварцевыми песчаниками (аналоги HSS?) [44; Pl. 2, figs. 9, 10].

***Bairdiocypris vaga* Bushmina, 1975** [23] (рис. 5, фиг. 6—8, обр. 121-19A/16) (*M. ? expansa* — *duplicata*). От голотипа из нижнекаменноугольных отложений Колымского массива отличается более пологим задним спинным склоном. Схожие формы описаны в Мугоджарах [23], в слоях с *Armenites asiaticus* — *Selebratina subtarchanica* — *Bairdia turgida interna* и проходящих в зону *Ps. venulosa* — *Cor. alba* — *Cr. primaris* (слои с *P. inornatus* — зона *sulcata*, лытвинский — гумеровский горизонты).

***Bairdianella cusps* Buschmina, 1970** (рис. 5, фиг. 9, 10, обр. 121-17/16, 121-6/16) (*expansa* ? — *sulcata*) описан из нижней части чингисских слоев Западной Сибири [4; табл. V, фиг. 2], которые сопоставляются с озерско-хованскими слоями Русской платформы, этренских отложений Армении и абышевского горизонта Кузнецкого бассейна (по характерному комплексу: *Armenites asiaticus*, *Illativella sibirica*, *Acratia subordinata* и *Bairdia quasiextenuata chingissica*). На Южном Урале этот вид появляется в слоях с *Aparchitellina polita*—*Selebratina grata* (конодонтовая зона *expansa*?) и проходит до зоны *Ps. venulosa* — *Cor. alba* — *Cr. primaris* (слои с *P. inornatus* — зона *sulcata*). В разрезах Франко-Бельгийского бассейна [39, 41, 43] встречается в интервале зон *M. praesulcata* — *sulcata* верхнего фамена — нижнего турне.

***Bairdiocypris* sp.** (рис. 5, фиг. 11, обр. 121-2/16) (*M. praesulcata* — *sulcata*). Схожий таксон *Bairdiocypris* sp. A. aff. *rudolphi* (Kummerow, 1939) по [43, 39; фораминиферовые зоны *Q. kobeitusana* — доживающие *Quasiendothyra*] известен из верхнефаменско-турнейских отложений Франко-Бельгийского бассейна.

***Bairdiocypris tschernyschensis* (Sam. et Smir., 1960)** (рис. 5, фиг. 12, 13, обр. 121-4/16) (*M. ? expansa* — *sulcata*) описан из верхнетурнейских отложений Русской платформы. В Мугоджарах схожие формы отмечаются Н. М. Кочетковой [23] как в нижней части лытвинского горизонта (*Bairdiocypris* sp. 1), так и в нижней части конодонтовой зоны *sulcata* кушелгинского горизонта.

***Bairdiohealdites* aff. *secretus* Buschmina, 1981** (рис. 5, фиг. 14—16, обр. 121-1-10) известен из ретепоринных слоев тарханской свиты Рудного Алтая [8], которые примерно сопоставляются с зонами *Carboprimitia turgenevi* — *Tschizhovaella primula* — *Maternella hemisphaerica* и *Shivaella armstrongiana* — *Richterina latior* [24].

***Baschkirina* sp.** (рис. 6, фиг. 1, обр. 121-4/16) найден в верхнефаменских отложениях на р. Ыджыд-Каменка в интервале зон *M.*—*U.*? *praesulcata*.

***Baschkirina minigrana* Sobolev, 2019** (рис. 6, фиг. 2, 3, обр. 121-1/16, 121-28/16) (*M. praesulcata* — *duplicata*) известен из нижнетурнейских (*sulcata*) отложений Мугоджар как *Famenella* sp. по [23; таб. XXIV, фиг. 7]. Схожие по очертанию *Baschkirina* sp. отмечаются в верхнефаменско-нижнетурнейских (местные коно-

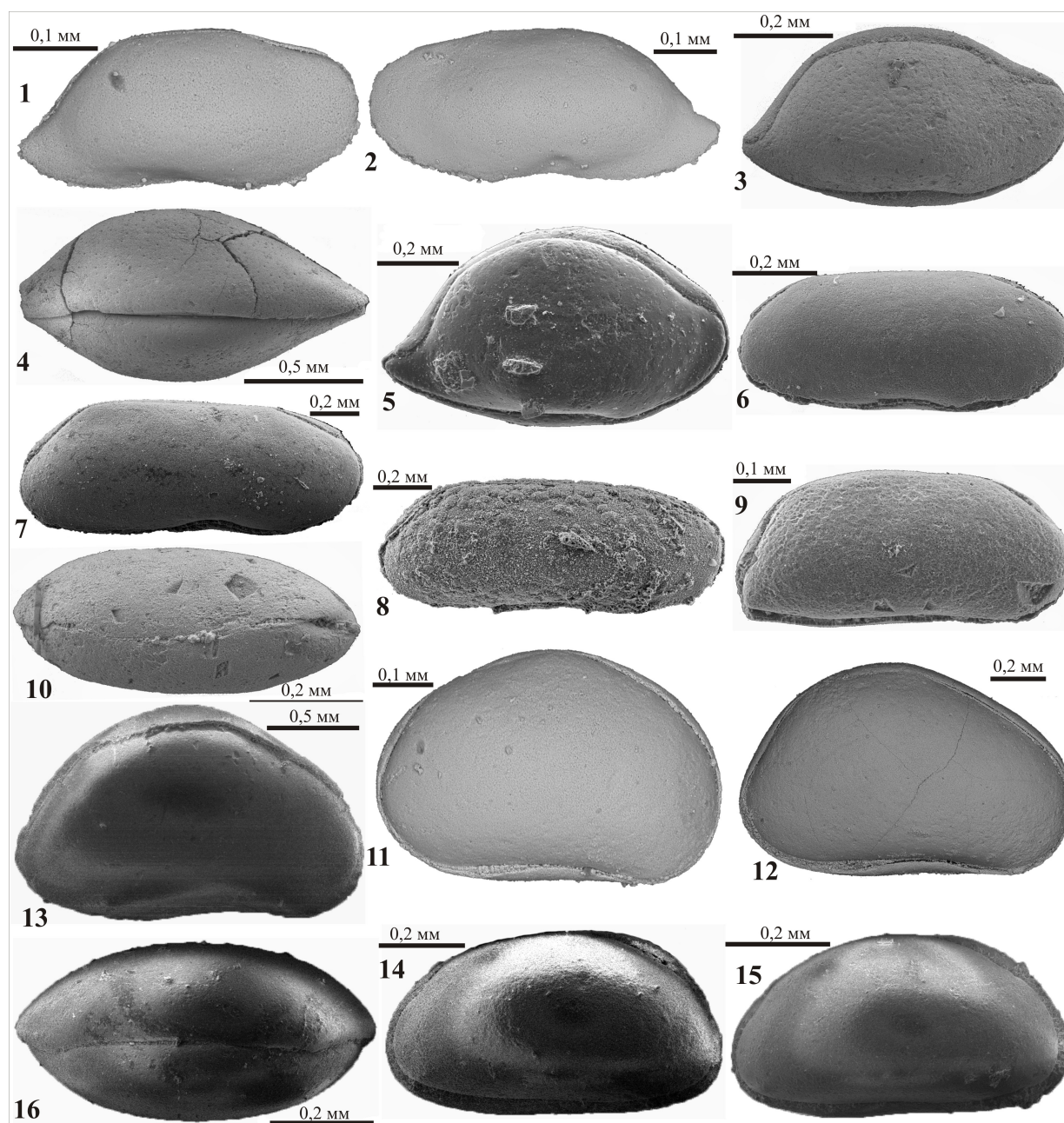


Рис. 5. 1, 2 — *Bairdia* ex gr. *felimgibba* Becker, 1982, целые раковины: 1 — экз. № 333/36-8, со стороны правой створки, обр. 121-2/16; 2 — экз. № 333/36-12, со стороны левой створки, обр. 121-2/16; 3—5 — *Bairdia zaninae* Posner, 1979, целые раковины: 3 — экз. № 333/38-31, со стороны правой створки, обр. 121-6/16; 4 — экз. № 333/38-32, со стороны спинного края, обр. 121-6/16; 5 — экз. № 333/39-48, со стороны правой створки, обр. 121-33/16; 6—8 — *Bairdiocypris vaga* Bushmina, 1975 (sensu Fauna..., 1987), целые раковины со стороны правой створки: 6 — экз. № 333/39-25, обр. 121-19A/16; 7 — экз. № 333/39-26, обр. 121-19A/16; 8 — экз. № 333/39-32, обр. 121-28/16; 9, 10 — *Bairdianella cuspis* Buschmina, 1970, целые раковины: 9 — экз. № 333/39-16, со стороны правой створки, обр. 121-17/16; 10 — экз. № 333/38-39, со стороны спинного края, обр. 121-6/16; 11 — *Bairdiocypris* sp., экз. № 333/36-7, целая раковина со стороны левой створки, обр. 121-2/16; 12, 13 — *Bairdiocypris tschernyschensis* (Sam. et Smir., 1960), целая раковина: 12 — экз. № 333/36-37, со стороны правой створки, обр. 121-4/16; 13 — экз. № 333/35-13, со стороны правой створки, обр. 121-1-10; 14—16 — *Bairdiohealdites* aff. *secretus* Buschmina, 1981, целые раковины: 14 — экз. № 333/35-11, со стороны правой створки, обр. 121-1-10; 15 — экз. № 333/35-32, со стороны правой створки, обр. 121-1-10; 16 — экз. № 333/35-12, со стороны спинного края, обр. 121-1-10

Fig. 5. 1, 2 — *Bairdia* ex gr. *felimgibba* Becker, 1982, carapaces: 1 — № 333/36-8, in right lateral view, samp. 121-2/16; 2 — № 333/36-12, in left lateral view, samp. 121-2/16; 3—5 — *Bairdia zaninae* Posner, 1979, carapaces: 3 — № 333/38-31, in right lateral view, samp. 121-6/16; 4 — № 333/38-32, in dorsal view, samp. 121-6/16; 5 — № 333/39-48, in right lateral view, samp. 121-33/16; 6—8 — *Bairdiocypris vaga* Bushmina, 1975 (sensu Fauna..., 1987), carapaces in right lateral view: 6 — № 333/39-25, samp. 121-19A/16; 7 — № 333/39-26, samp. 121-19A/16; 8 — № 333/39-32, samp. 121-28/16; 9, 10 — *Bairdianella cuspis* Buschmina, 1970, carapaces: 9 — № 333/39-16, in right lateral view, samp. 121-17/16; 10 — № 333/38-39, in dorsal view, samp. 121-6/16; 11 — *Bairdiocypris* sp., № 333/36-7, carapace in left lateral view, samp. 121-2/16; 12, 13 — *Bairdiocypris tschernyschensis* (Sam. et Smir., 1960), carapace: 12 — № 333/36-37, in right lateral view, samp. 121-4/16; 13 — № 333/35-13, in right lateral view, samp. 121-1-10; 14—16 — *Bairdiohealdites* aff. *secretus* Buschmina, 1981, carapaces: 14 — № 333/35-11, in right lateral view, samp. 121-1-10; 15 — № 333/35-32, in right lateral view, samp. 121-1-10; 16 — № 333/35-12, in dorsal view, samp. 121-1-10

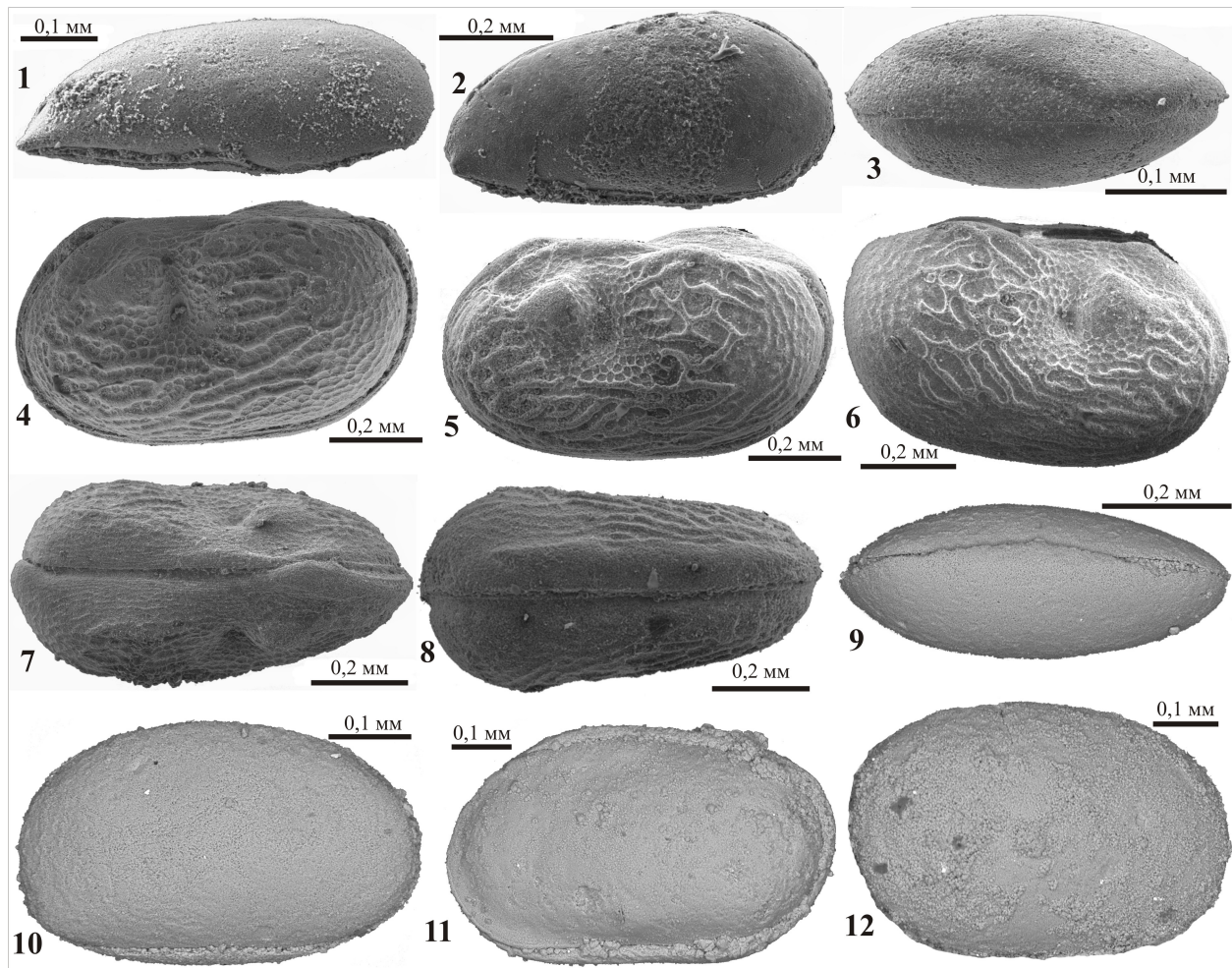


Рис. 6. 1 — *Bashkirina* sp. — экз. № 333/38-10, целая раковина со стороны правой створки, обр. 121-4/16; 2, 3 — *Bashkirina minigrana* Sobolev, 2019, целые раковины: 2 — голотип № 333/39-36, со стороны правой створки, обр. 121-28/16; 3 — экз. № 333/37-42, со стороны спинного края, обр. 121-1/16; 4—8 — *Blessites feluyensis* Tschigova, 1977, целые раковины: 4 — экз. № 333/37-44, со стороны левой створки, обр. 121-1/16; 5 — экз. № 337/6-18, со стороны левой створки, обр. 121-1-10; 6 — экз. № 337/6-20, со стороны правой створки, обр. 121-1-10; 7 — экз. № 333/37-45, со стороны спинного края, обр. 121-1/16; 8 — экз. № 337/6-21, со стороны брюшного края, обр. 121-1-10; 9, 10 — *Cavellina* ? sp., целая раковина, 9 — экз. № 333/36-26, со стороны брюшного края, обр. 121-1/16; 10 — экз. № 333/36-19, со стороны правой ? створки, обр. 121-3/16; 11, 12 — *Cavellina subeichwaldi* Buschmina, 1968 (sensu Fauna..., 1987), 11 — экз. № 333/36-4, целая раковина со стороны левой створки, обр. 121-2/16; 12 — экз. № 333/36-15, правая створка с внешней стороны, обр. 121-5/16

Fig. 6. 1 — *Bashkirina* sp. — № 333/38-10, carapace in right lateral view, samp. 121-4/16; 2, 3 — *Bashkirina minigrana* Sobolev, 2019, carapaces: 2 — holotype № 333/39-36 in right lateral view, samp. 121-28/16; 3 — № 333/37-42, in dorsal view, samp. 121-1/16; 4—8 — *Blessites feluyensis* Tschigova, 1977, carapaces: 4 — № 333/37-44, in left lateral view, samp. 121-1/16; 5 — № 337/6-18, in left lateral view, samp. 121-1-10; 6 — № 337/6-20, in right lateral view, samp. 121-1-10; 7 — № 333/37-45, in dorsal view, samp. 121-1/16; 8 — № 337/6-21, in ventral view, samp. 121-1-10; 9, 10 — *Cavellina* ? sp., carapace, 9 — № 333/36-26, in ventral view, samp. 121-1/16; 10 — № 333/36-19, in right? lateral view, samp. 121-3/16; 11, 12 — *Cavellina subeichwaldi* Buschmina, 1968 (sensu Fauna..., 1987), 11 — № 333/36-4, carapace in left lateral view, samp. 121-2/16; 12 — № 333/36-15, right valve in lateral view, samp. 121-5/16

донтовые зоны *Polygnathus extralobatus* — *P. lenticularis*) отложениях Омолонского массива — по [62; Pl. 50, fig. 7; Pl. 51, figs. 4, 7, 10].

Blessites feluyensis Tschigova, 1977 (рис. 6, фиг. 4—8, обр. 121-1/16, 121-1-10) (*M. praesulcata* — *sandbergi*) описан из нижнетурнейских отложений Бельгии (Tn1b), малевско-упинских отложений восточных районов Русской платформы и Притиманья. На Южном Урале установлен в отложениях гумеровского горизонта. Схожие формы *Evlanella* sp. встречаются в Южном Китае [44; Pl. 4, fig. 10].

Cavellina ? sp. (рис. 6, фиг. 9, 10, обр. 121-1/16, 121-3/16) распространен в интервале зон *M. praesulcata* —

sulcata верхнего фамена — нижнего турне. Левая створка охватывает правую.

Cavellina subeichwaldi Buschmina, 1968 [23] (рис. 6, фиг. 11, 12, обр. 121-2/16, 121-5/16) (*M. praesulcata* — *sulcata*). Отличается от голотипа из нижнекаменноугольных отложений Кузбасса [15; табл. X, фиг. 7] более пологим задним спинным склоном. Схожие формы распространены в нижней части гумеровского горизонта (слои с *P. inornatus* — зона *sulcata* в Мугоджарах в разрезе Берчогур [23]).

Chamishaella ? sp. (рис. 7, фиг. 1, 2, обр. 121-1/16) имеет распространение от зоны *M. praesulcata* до зоны *sulcata* в изученном нами разрезе.

Chamishaella grekoffi Tschigova, 1977 (рис. 7, фиг. 3, обр. 121-1-10) описан из отложений Франко-Бельгийского бассейна (зона Tn1b), а также распространен в малевско-упинских отложениях Притиманья и Верхнепечорской впадины в подзоне *Shivaella microphthalma*–*Pseudoleperditia venulosa* [24; табл. XXVI, фиг. 1–3].

Chamishaella lima Tschigova, 1977 (рис. 7, фиг. 4, 5, обр. 121-1-10) (*U.?* *praesulcata* — *sulcata*) известен из верхней части нюмылгского горизонта (чекмагушевские слои) в подзоне *Shishaella okeni* — *Cryptophyllus socialis*, соответствующей зоне *hemisphaerica* — *latior* Interregnum или верхней части заволжского горизонта [24].

Coryellina alba Kotschekova, 1987 [23] (рис. 7, фиг. 6–8, обр. 121-18A/16, 121-1-16) (*M. praesulcata* — *sandbergi*?) описан из стратотипа гумеровского горизонта Южного Урала [23; табл. IX, фиг. 1–4] в зоне *Ps. venulosa* — *Cor. alba* — *Cr. primaris* (слои с *P. inornatus* — зона *sulcata*).

Diorina ? sp. (рис. 7, фиг. 9, обр. 121-1/16) найден в верхнефаменско-нижнетурнейских отложениях на р. Ыджыд-Каменка в интервале зон *M.-U. praesulcata* — *sulcata*.

Famenella sp. (рис. 8, фиг. 1, 2, обр. 121-4/16) распространен в зоне *praesulcata* в изученном нами разрезе.

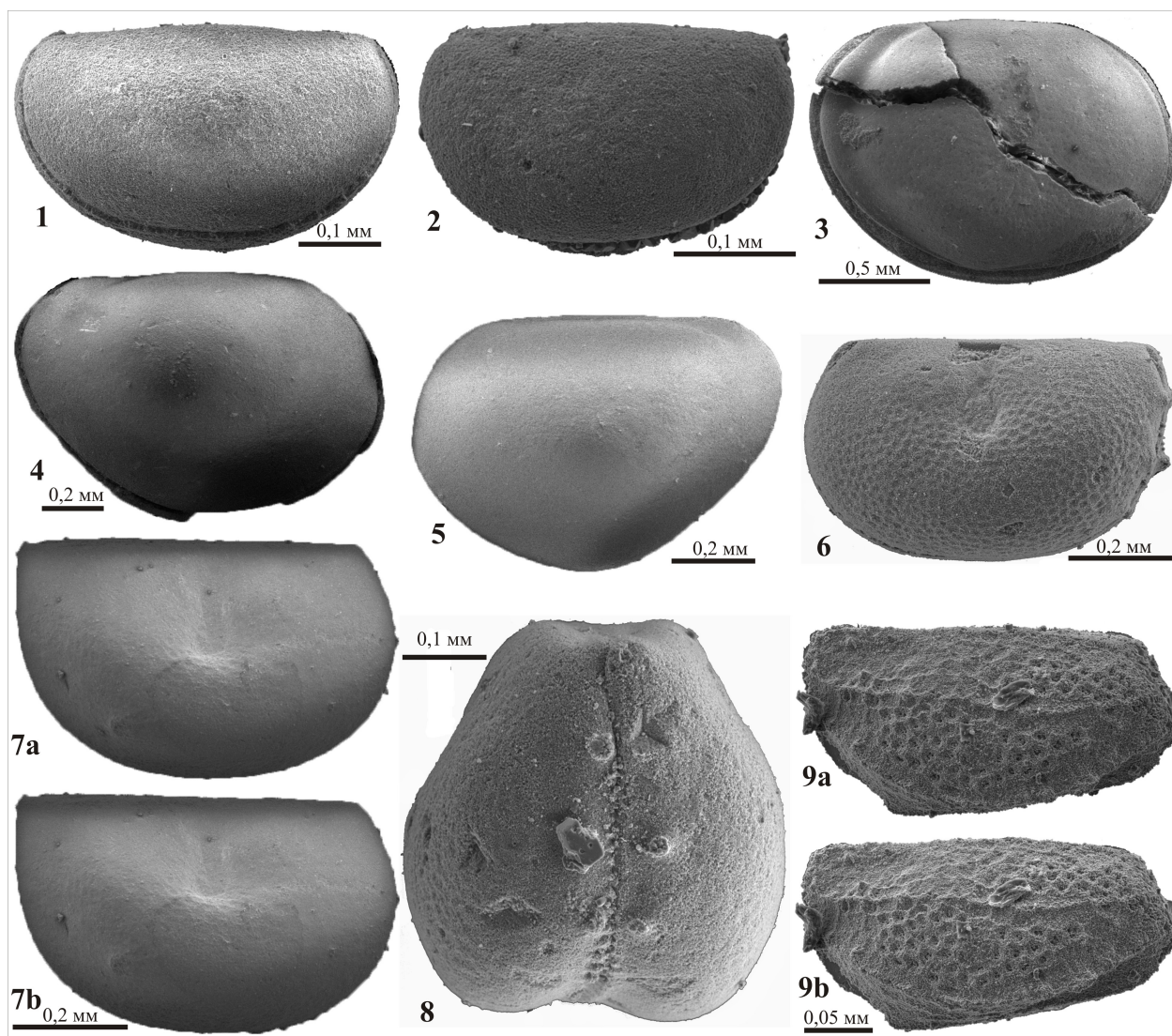


Рис. 7. 1, 2 — *Chamishaella ? sp.*, целые раковины со стороны правой створки, обр. 121-1/16: 1 — экз. № 333/37-30; 2 — экз. № 333/37-31; 3 — *Chamishaella grekoffi* Tschigova, 1977, целая раковина со стороны правой створки, экз. № 337/6-26, обр. 121-1-10; 4, 5 — *Chamishaella lima* Tschigova, 1977, целые раковины, обр. 121-1-10: 4 — экз. № 333/34-40, со стороны правой створки; 5 — экз. № 333/34-41, со стороны левой створки; 6–8 — *Coryellina alba* Kotschekova, 1987, целые раковины: 6 — экз. № 333/39-19, целая раковина со стороны левой створки, обр. 121-18A/16; 7 — экз. № 333/35-38, стереопара правой створки с внешней стороны, обр. 121-1-16; 8 — экз. № 333/39-18, целая раковина со стороны заднего края, обр. 121-18A/16; 9 — *Diorina ? sp.*, экз. № 333/37-6, стереопара целой раковины со стороны правой створки, обр. 121-1/16

Fig. 7. 1, 2 — *Chamishaella ? sp.*, carapaces in right lateral view, samp. 121-1/16: 1 — № 333/37-30; 2 — № 333/37-31; 3 — *Chamishaella grekoffi* Tschigova, 1977, carapace in right lateral view, № 337/6-26, samp. 121-1-10; 4, 5 — *Chamishaella lima* Tschigova, 1977, carapaces, samp. 121-1-10: 4 — № 333/34-40, in right lateral view; 5 — № 333/34-41, in left lateral view; 6–8 — *Coryellina alba* Kotschekova, 1987: 6 — № 333/39-19, carapace in left lateral view, samp. 121-18A/16; 7 — № 333/35-38, stereo-pair right valve in lateral view, samp. 121-1-16; 8 — № 333/39-18, carapace posterior view, samp. 121-18A/16; 9 — *Diorina ? sp.*, № 333/37-6, stereo-pair carapace in right lateral view, samp. 121-1/16



Fellerites sp. (рис. 8, фиг. 3, 4, обр. 121-1/16, 121a-7/10) установлен в интервале зон М. praesulcata — sulcata верхнего фамена — нижнего турне. В целом род широкого стратиграфического распространения.

Glyptopleura cf. *primitiva* Green, 1963 (рис. 8, фиг. 5, 6, обр. 121-1-7, 121-13/16) (U.? praesulcata — sulcata) описан из турнейских отложений формации Banff Канады [46; Pl. 3, figs. 1—3]. Отличается от голотипа отсутствием вертикальных ребер на концах раковины и более сглаженными горизонтальными ребрами.

Glyptopleura ex gr. *plicata* (Jones et Kirkby, 1867) (рис. 8, фиг. 7—10, обр. 121-1-10). Виды, входящие в состав группы, широко распространены географически и в основном встречаются в отложениях турнейского яруса. Наиболее близким к нашему таксону является

Glyptopleura sokolskyae Egorov, 1950 [10; табл. XVII, фиг. 12—31] из малевско-упинских отложений Русской платформы. В нашем материале недостает лишь самых ранних, личиночных форм, которые позволили бы установить видовую принадлежность. Другие морфологически близкие таксоны, как правило, не имеют изображений онтогенетических стадий, что затрудняет диагностику вида. В этой группе мы также рассматриваем *Glyptopleura bulbosa* Posner, 1979 из малевско-упинских отложений Московской синеклизы [17; табл. IV, фиг. 6], *Glyptopleura parvacostata* Geis, 1932 [38; Pl. 27, fig. 1] из салеминых известняков (Mississippian) Северной Америки, *Glyptopleura* aff. *plicata* (Jones et Kirkby, 1867) из среднетурнейских (*crenulata* — *isosticha*) отложений Германии [37; Taf. 2, figs. 5—7] и

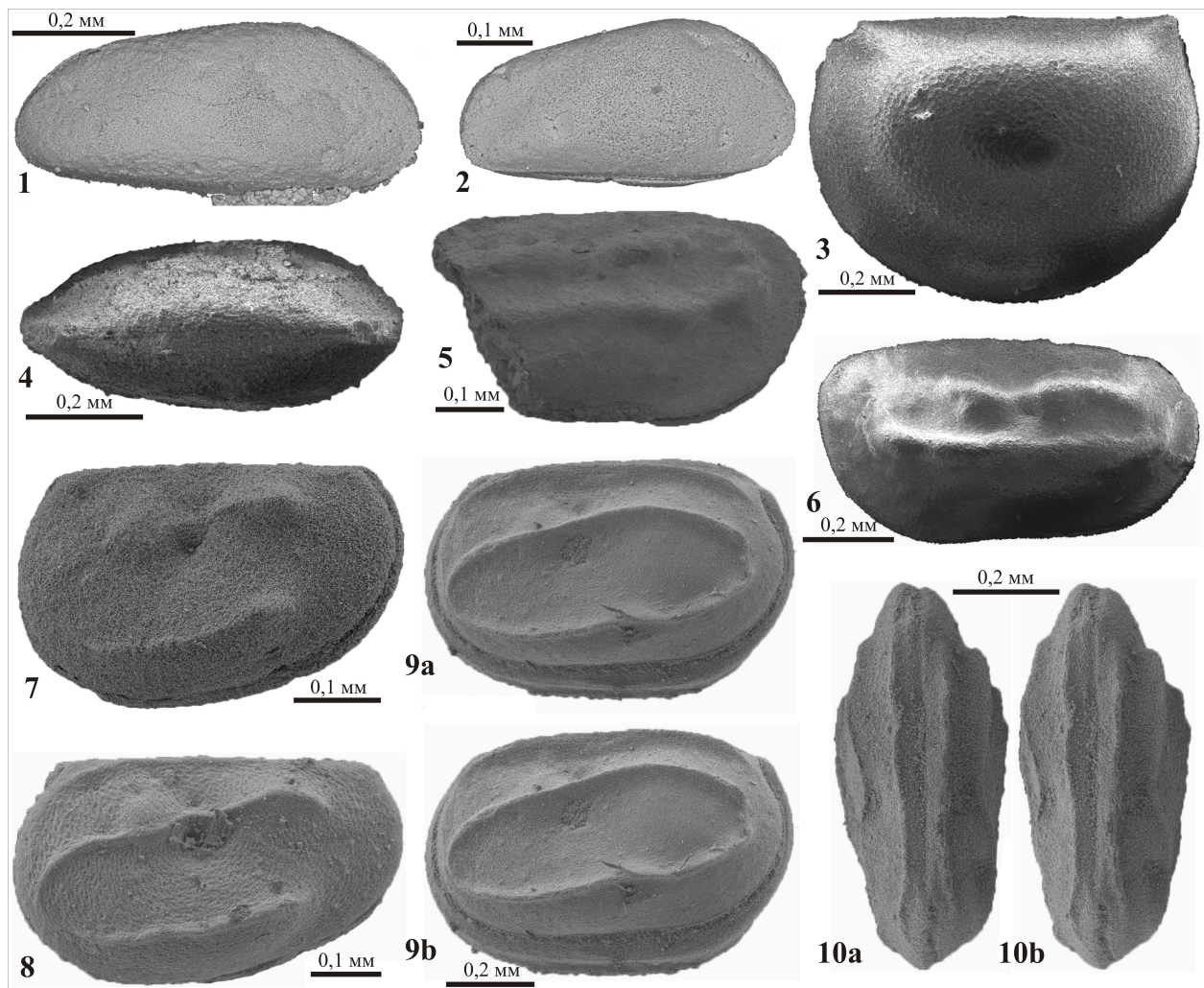


Рис. 8. 1, 2 — *Famenella* sp., целая раковина со стороны правой створки, обр. 121-4/16: 1 — экз. № 333/36-34; 2 — экз. № 333/36-33, личинка; 3, 4 — *Fellerites* sp., целые раковины: 3 — экз. № 333/37-26, со стороны правой? створки, обр. 121-1/16; 4 — экз. № 333/35-29, со стороны спинного края, обр. 121a-7/10; 5, 6 — *Glyptopleura* cf. *primitiva* Green, 1963, правые створки с внешней стороны: 5 — экз. № 333/34-19, личинка, фрагмент, обр. 121-1-7; 6 — экз. № 333/38-47, обр. 121-13/16; 7—10 — *Glyptopleura* ex gr. *plicata* (J. et K., 1867), целые раковины, обр. 121-1-10: 7 — экз. № 333/35-14, личинка со стороны левой створки; 8 — экз. № 333/35-18, личинка со стороны левой створки; 9 — экз. № 333/35-21, стереопара со стороны левой створки; 10 — экз. № 333/35-20, личинка со стороны спинного края

Fig. 8. 1, 2 — *Famenella* sp., carapace in right lateral view, samp. 121-4/16: 1 — № 333/36-34; 2 — № 333/36-33, juvenile; 3, 4 — *Fellerites* sp., carapaces: 3 — № 333/37-26, in right? lateral view, samp. 121-1/16; 4 — № 333/35-29, in dorsal view, samp. 121a-7/10; 5, 6 — *Glyptopleura* cf. *primitiva* Green, 1963, right valves in lateral view: 5 — № 333/34-19, juvenile, broken specimen, samp. 121-1-7; 6 — № 333/38-47, samp. 121-13/16; 7—10 — *Glyptopleura* ex gr. *plicata* (J. et K., 1867), carapaces, samp. 121-1-10: 7 — № 333/35-14, juvenile in left lateral view; 8 — № 333/35-18, juvenile in left lateral view; 9 — № 333/35-21, stereo-pair in left lateral view; 10 — № 333/35-20, juvenile in dorsal view

Glyptopleura glyptopleuroides Green, 1963 [46; Pl. 4, figs. 2, 3, 5—11] из отложений формации Banff (нижнее ? турне) Канады. Схожая с последним видом форма известна из отложений Sourceau верхнего турне Англии как *G. glyptopleuroides* Green по [61; Pl. 3, fig. 7].

Healdianella? sp. (рис. 9, фиг. 1, обр. 121-1/16) (М.-У. ? praesulcata) имеет отдаленное сходство с *H. darwinuloides* Posner, 1951 [16], описанным из визейских отложений Русской платформы, но отличается положением перегиба спинного края ближе

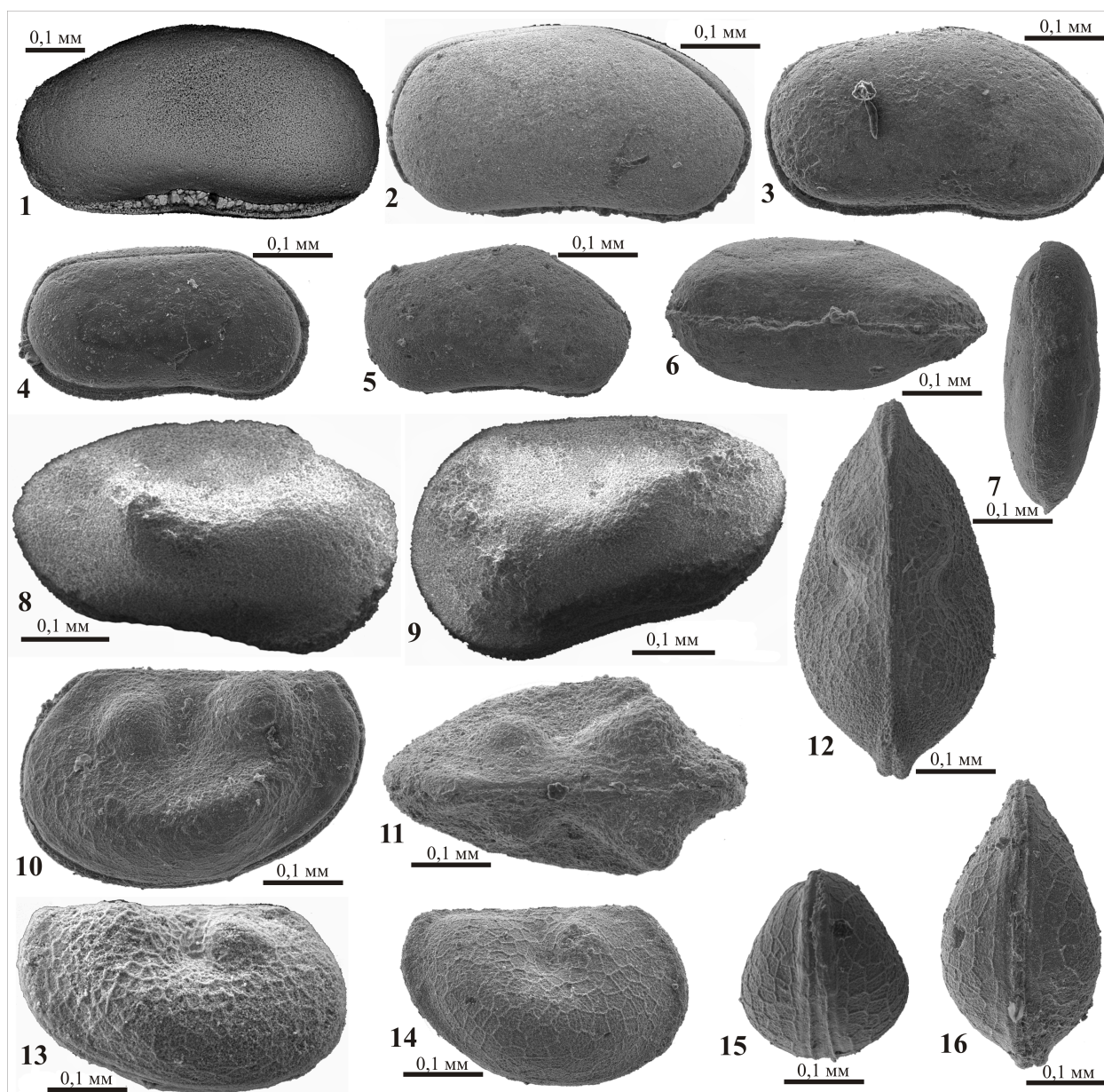


Рис. 9. 1 — *Healdianella?* sp. экз. № 333/36-27, целая раковина со стороны левой створки, обр. 121-1/16; 2—7 — *Healdianella* ex gr. *alba* Lethiers, 1981, целые раковины, обр. 121-1/16: 2 — экз. № 333/37-39, со стороны правой створки; 3 — экз. № 333/37-1, со стороны правой створки; 4 — экз. № 333/37-2, личинка со стороны правой створки; 5 — экз. № 333/37-4, личинка со стороны правой створки; 6 — экз. № 333/37-5, личинка со стороны брюшного края; 7 — экз. № 333/37-3, личинка со стороны спинного края; 8, 9 — *Houhongfeiella microspinosa* Olempska, 1999, обр. 121-13/16: 8 — экз. № 333/38-45, фрагмент правой створки с внешней стороны; 9 — экз. № 333/38-46, левая створка с внешней стороны; 10—16 — *Knoxiiella?* sp. A, целые раковины: 10 — экз. № 333/37-18, гетероморфа со стороны левой створки, обр. 121-1/16; 11 — экз. № 333/37-19, гетероморфа со стороны спинного края, обр. 121-1/16; 12 — экз. № 333/37-12, текноморфа со стороны спинного края, обр. 121-1/16; 13 — экз. № 333/38-1, текноморфа со стороны правой створки, обр. 121-4/16; 14 — экз. № 333/37-10, личинка со стороны правой створки, обр. 121-1/16; 15 — экз. № 333/37-13, личинка со стороны заднего конца, обр. 121-1/16; 16 — экз. № 333/37-11, личинка со стороны брюшного края, обр. 121-1/16

Fig. 9. 1 — *Healdianella?* sp. № 333/36-27, carapace in left lateral view, samp. 121-1/16; 2—7 — *Healdianella* ex gr. *alba* Lethiers, 1981, carapaces, samp. 121-1/16: 2 — № 333/37-39, in right lateral view; 3 — № 333/37-1, in right lateral view; 4 — № 333/37-2, juvenile in right lateral view; 5 — № 333/37-4, juvenile in right lateral view; 6 — № 333/37-5, juvenile in ventral view; 7 — № 333/37-3, juvenile in dorsal view; 8, 9 — *Houhongfeiella microspinosa* Olempska, 1999, samp. 121-13/16: 8 — № 333/38-45, broken specimen right valve in lateral view; 9 — № 333/38-46, left valve in lateral view; 10—16 — *Knoxiiella?* sp. A, carapaces: 10 — № 333/37-18, heteromorphic in left lateral view, samp. 121-1/16; 11 — № 333/37-19, heteromorphic in dorsal view, samp. 121-1/16; 12 — № 333/37-12, tecnomorphic in dorsal view, samp. 121-1/16; 13 — № 333/38-1, tecnomorphic in right lateral view, samp. 121-4/16; 14 — № 333/37-10, juvenile in right lateral view, samp. 121-1/16; 15 — № 333/37-13, juvenile in posterior view in posterior view, samp. 121-1/16; 16 — № 333/37-11, juvenile in ventral view, samp. 121-1/16



к переднему концу раковины и обратным охватом створок.

***Healdianella ex gr. alba* Lethiers, 1981** [52] (рис. 9, фиг. 2–7, обр. 121-1/16) (*M. praesulcata* — *crenulata*). Наблюдается широкая онтогенетическая изменчивость очертаний раковин этого таксона. Некоторые представители очень похожи на *H. lumbiformis* Lethiers et Feist, 1991 [54]. Представители этой группы распространены во Франко-Бельгийском бассейне выше HBS в интервале зон *M. praesulcata* — *sulcata* [39, 41, 54].

***Houhongfeielliella microspinosa* Olempska, 1999** (рис. 9, фиг. 8, 9, обр. 121-13/16) (*praesulcata* — *crenulata*) описан из верхнетурнейских отложений Китая в интервале нижней подзоны зоны *crenulata* [58].

***Knoxiella* ? sp. A** (рис. 9, фиг. 10–16, обр. 121-1/16, 121-4/16). По очертанию имеет сходство с *Knoxiella* sp. по [54; Pl. I, fig. 11, Cu I] из нижнетурнейских (зона *cooperi*) отложений Франции. Отличием является более укороченная створка с хорошо выраженными лопастями L1, L2 и бороздой S2.

***Knoxiella* sp. B** (рис. 10, фиг. 1–3, обр. 121-1/16, 121-1-10) имеет сходство с *Knoxiella complanata* (Kummerov, 1939), однако отличается менее сглаженным передним кардинальным углом.

***Knoxiella complanata* (Kummerov, 1939)** (рис. 10, фиг. 4–7, обр. 121-19A/16, 121-33/16) (*M. praesulcata* — *crenulata*) распространен в зоне *Ps. venulosa* — *Cor. alba* — *Cr. primaris* (слои с *P. inornatus* — зона *sulcata*) в разрезах Сиказа, Зиган (Южный Урал) и Берчогур (Мугоджары).

***Kummerowia* aff. *serpuchovensis* Sam. et Smirn., 1960** (рис. 10, фиг. 8, 9, обр. 121-17/16, 121-18A/16) описан из упинских отложений Московской синеклизы [19; табл. III, рис. 9, 10]. Схожие таксоны встречаются в нижнетурнейских отложениях Франко-Бельгийского бассейна совместно с *Pustulobairdia ex gr. confragosa* [41; Pl. 1, fig. 16].

***Libumella* ? sp.** (рис. 10, фиг. 10, обр. 121-16/16) встречена в интервале зоны U. ? *praesulcata* и отличается отсутствием краевого ребра и слабо выраженной бороздой S2.

***Monoceratina* sp.** [57] (рис. 10, фиг. 11, 12, обр. 121-1/16, 121-6/16) (*M. ?* — *U. praesulcata*) по характеру ребристости схожа с *M. sp.* [57; Fig. 9, D-E] из отложений верхнего фамена Польши (конодонтовая зона *Protognathodus kockeli*, остракодовая зона *hemisphaerica* — *latior* Interregnum).

***Monoceratina* sp. A.** (рис. 11, фиг. 1–3, обр. 121-1/16) распространена в интервале подзоны *M. ? praesulcata* верхнего фамена.

***Phlyctiscapha* ? *pusilla* Gurevitsch, 1972** (рис. 11, фиг. 4–7, обр. 121-1/16, 121-4/16, 121-11/16, 121-19A/16) (*M. praesulcata* — *crenulata*) известен из отложений нижней части торчинской свиты Воыно-Подольской области. Похожий по очертанию и размерам вид *Phlyctiscapha minuta* Tschigova, 1977 описан В. А. Чижовой из нижней части турнейского яруса Донбасса [24; табл. XXIV, фиг. 8–10].

***Praepilatina adamczaki* Olempska, 1979** (рис. 11, фиг. 8, 9, обр. 121-1/16, 121-1-8) (*U. marginifera* — *sandbergi*) широко распространен в фаменско-нижнетурнейских отложениях Европы [39, 56, 57].

***Pseudoleperditia venulosa* (Kummerov, 1939) (= *Ps. tuberculifera* [27])** (рис. 11, фиг. 10–13, обр. 121-1/16,

121-1-10, 121-2-5) (*M. praesulcata* — *L. crenulata*) встречается в турнейском ярусе Северной Америки, Европы, Казахстана, Сибири, Китая и Австралии [24, 44]. Интервал распространения вида во Франко-Бельгийском бассейне (зона Tn1b) [30], в Польше — *sandbergi* — *L. crenulata* [55]. На Южном Урале, в разрезах Сиказа, Зиган и Берчогур в Мугоджарах этот вид характерен для остракодовой зоны *Ps. venulosa* — *Cor. alba* — *Cr. primaris* (слои с *P. inornatus* — зона *sulcata*), а также вышележащих отложений малевского горизонта. Возможно, наиболее раннее появление этого таксона (*Pseudoleperditia* aff. *tuberculifera* Schneider) установлено Н. М. Кочетковой в разрезе Сиказа в верхней части лытвинского горизонта в слое 6 [12]. В Австралии данный таксон известен из нижней части формации Burt Range в интервале остракодовых зон *Welleriella atypha* — нижняя часть *Coryellina robertsi* (= *sulcata* — *crenulata*) [50].

***Pustulobairdia ex gr. confragosa* (Sam. et Sm., 1960)** (рис. 12, фиг. 1–3, обр. 121-1-10) (*M. praesulcata* — *crenulata*?) описан из турнейских отложений Русской платформы, [18, 19], верхнетурнейских отложений Восточной Сибири в верхней части бастахской свиты [5] и нижнетурнейских отложений Южного Урала в интервале зоны *sulcata*.

***Rectobairdia eleganta* Sobolev, 2019** (рис. 12, фиг. 4, 5, обр. 121-1/16) описан из верхнефаменско-турнейских отложений на р. Ыджид-Каменка в интервале зон *M. praesulcata* — *crenulata*.

***Richterina* (*Richterina*) *latior* Rabien, 1960** (рис. 12, фиг. 6, обр. 121-1-8) известен из нижнетурнейских отложений (зона *Gatendorfia*) Рейнских сланцевых гор [60; Taf. I, figs. 1–4; Taf. 2, figs. 6–7], Европы и Китая, где является зональным [24]. Отмечается единственная находка этого вида в верхнефаменских отложениях, ниже Хангенбергских кварцевых песчаников Тюрингии [48].

***Shishaella alekseevae* Tschigova, 1977** (рис. 12, фиг. 7–9, обр. 121-2/16, 121-6/16, 121-1-8) (*M. praesulcata* — *sandbergi*) описан из малевско-упинских слоев Русской платформы и отложений Франко-Бельгийского бассейна в интервале зоны Tn1b [24; табл. XXX, фиг. 2–4]. Во Франко-Бельгийском бассейне в разрезе Chanxhe этот вид *Shishaella* aff. *porrecta* (Zanina, 1956) по [30] появляется совместно с *Ps. venulosa*. На Южном Урале вид распространен в гумеровском горизонте (зона *Ps. venulosa* — *Cor. alba* — *Cr. primaris* или слои с конодонтами *P. inornatus* — зона *sulcata*) и вышележащих отложениях малевского горизонта.

***Spinaella casieri* Sobolev, 2019** (рис. 13, фиг. 1–3, обр. 121-1/16, 121-28/16) (*U. expansa* — *crenulata*) встречен в отложениях Франко-Бельгийского бассейна в интервале зон *U. expansa* — *sandbergi* как *Acratia* sp. A. aff. *rostrata* Zanina [42], севера Урала и Приуралья в разрезе на pp. Каменка и Вангыр (зона *crenulata*), а также в нижнетурнейских отложениях Башкирии (коллекция В. А. Чижовой, Москва, ПИН, кол. № 5287, скв. Бугровка 12 и Трюшево 2).

***Spinoalacia* ? sp.** (рис. 13, фиг. 4, обр. 121-1/16) распространен в интервале зоны *M. praesulcata* верхнего фамена в отложениях на р. Ыджид-Каменка. Встречена единственная створка биточитериды (*Bythocytheridae*) с четким заднецентральной шипом и глазным бугорком в переднеспинной части раковины.

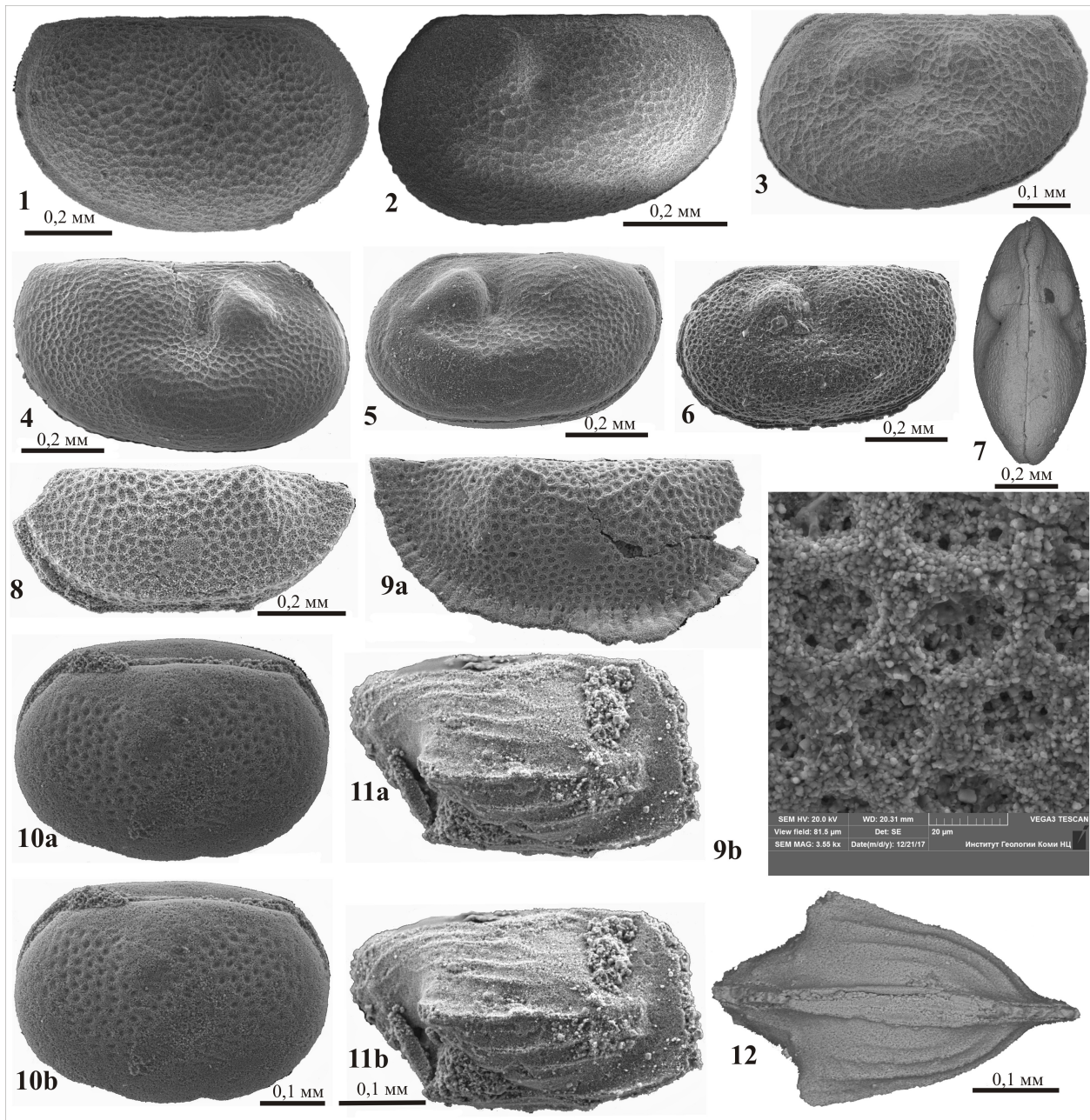


Рис. 10. 1—3. *Knoiella* sp. B, целые раковины: 1 — экз. № 333/37-52, со стороны правой створки, обр. 121-1/16; 2 — экз. № 333/35-1, со стороны левой створки, обр. 121-1-10; 3 — экз. № 333/35-3, личинка со стороны левой створки, обр. 121-1-10; 4—7 — *Knoiella complanata* (Куммеров, 1939), целые раковины: 4 — экз. № 333/39-30, со стороны правой створки, обр. 121-19A/16; 5 — экз. № 333/39-24, со стороны левой створки, обр. 121-19A/16; 6 — экз. № 333/39-45, со стороны левой створки, обр. 121-33/16; 7 — экз. № 335/7-1, со стороны спинного края, обр. 122-1-10; 8, 9 — *Kummerowia* aff. *serpuhovensis* Sam et Smirn., 1960, 8 — экз. № 333/39-9, левая створка с внешней стороны, обр. 121-17/16; 9 — экз. № 333/39-17, правая створка с внешней стороны, обр. 121-18A/16; 9, b — увеличенный фрагмент с ситовидными порами; 10. *Libumella*? sp., экз. № 333/39-1, стереопара целой раковины со стороны правой ? створки, обр. 121-16/16; 11, 12 — *Monoceratina* sp. (sensu Olempska, 1997), целые раковины: 11 — экз. № 333/38-26, стереопара со стороны правой створки, обр. 121-6/16; 12 — экз. № 333/36-39, со стороны брюшного края, обр. 121-1/16

Fig. 10. 1—3. *Knoiella* sp. B, carapaces: 1 — № 333/37-52, in right lateral view, samp. 121-1/16; 2 — № 333/35-1, in left lateral view, samp. 121-1-10; 3 — № 333/35-3, juvenile in left lateral view, samp. 121-1-10; 4—7 — *Knoiella complanata* (Kummerov, 1939), carapaces: 4 — № 333/39-30, in right lateral view, samp. 121-19A/16; 5 — № 333/39-24, in left lateral view, samp. 121-19A/16; 6 — № 333/39-45, in left lateral view, samp. 121-33/16; 7 — № 335/7-1, in dorsal view, samp. 122-1-10; 8—9 — *Kummerowia* aff. *serpuhovensis* Sam et Smirn., 1960, 8 — № 333/39-9, left valve in lateral view, samp. 121-17/16; 9 — № 333/39-17, right valve in lateral view, samp. 121-18A/16; 9, b — details of pores; 10. *Libumella*? sp., № 333/39-1, stereo-pair carapace in right? lateral view, samp. 121-16/16; 11, 12 — *Monoceratina* sp. (sensu Olempska, 1997), carapaces: 11 — № 333/38-26, stereo-pair in right lateral view, samp. 121-6/16; 12 — № 333/36-39, in ventral view, samp. 121-1/16

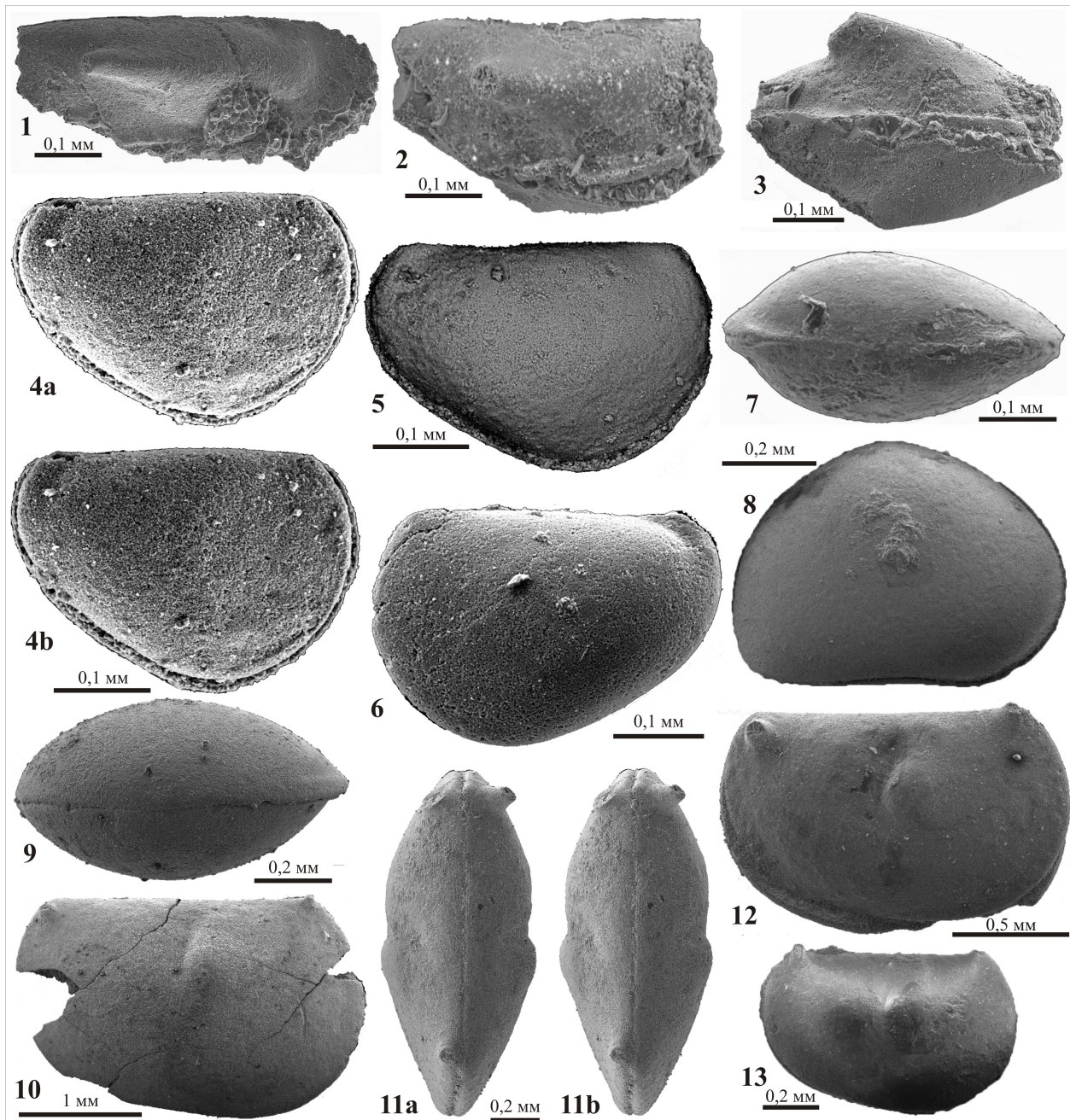


Рис. 11. 1—3 — *Monoceratina* sp. A., целые раковины, обр. 121-1/16: 1 — экз. № 333/37-43, со стороны правой створки; 2 — экз. № 333/37-56, со стороны правой створки; 3 — экз. № 333/37-573, со стороны брюшного края; 4—7 — *Phlyctiscapha ? pusilla* Gurevitsch, 1972, целые раковины: 4 — экз. № 333/39-6, стереопара со стороны правой створки, обр. 121-11/16; 5 — экз. № 333/36-36, со стороны правой створки, обр. 121-4/16; 6 — экз. № 333/39-27, со стороны левой створки, обр. 121-19A/16; 7 — экз. № 333/37-27, со стороны спинного края, обр. 121-1/16; 8, 9 — *Praepilatina adamczaki* Olempska, 1979, целые раковины: 8 — экз. № 333/34-23, со стороны правой створки, обр. 121-1-8; 9 — экз. № 333/37-28, со стороны спинного края, обр. 121-1/16; 10—13 — *Pseudoleperditia venulosa* (Kummerov, 1939): 10 — экз. № 333/37-51, правая створка с внешней стороны, обр. 121-1/16; 11 — экз. № 333/34-28, стереопара целой раковины со стороны спинного края, обр. 121-1/16; 12 — экз. № 337/6-25, целая раковина со стороны правой створки, обр. 121-1-10; 13 — экз. № 333/35-46, личинка со стороны правой створки, обр. 121-2-5

Fig. 11. 1—3 — *Monoceratina* sp. A., carapaces, samp. 121-1/16: 1 — № 333/37-43, in right lateral view; 2 — № 333/37-56, in right lateral view; 3 — № 333/37-573, in ventral view; 4—7 — *Phlyctiscapha ? pusilla* Gurevitsch, 1972, carapaces: 4 — № 333/39-6, stereo-pair in right lateral view, samp. 121-11/16; 5 — № 333/36-36, in right lateral view, samp. 121-4/16; 6 — № 333/39-27, in left lateral view, samp. 121-19A/16; 7 — № 333/37-27, in dorsal view, samp. 121-1/16; 8, 9 — *Praepilatina adamczaki* Olempska, 1979, carapaces: 8 — № 333/34-23, in right lateral view, samp. 121-1-8; 9 — № 333/37-28, in dorsal view, samp. 121-1/16; 10—13 — *Pseudoleperditia venulosa* (Kummerov, 1939): 10 — № 333/37-51, right valve in lateral view, samp. 121-1/16; 11 — № 333/34-28, stereo-pair carapace in dorsal view, samp. 121-1/16; 12 — № 337/6-25, carapace in right lateral view, samp. 121-1-10; 13 — № 333/35-46, juvenile in right lateral view, samp. 121-2-5

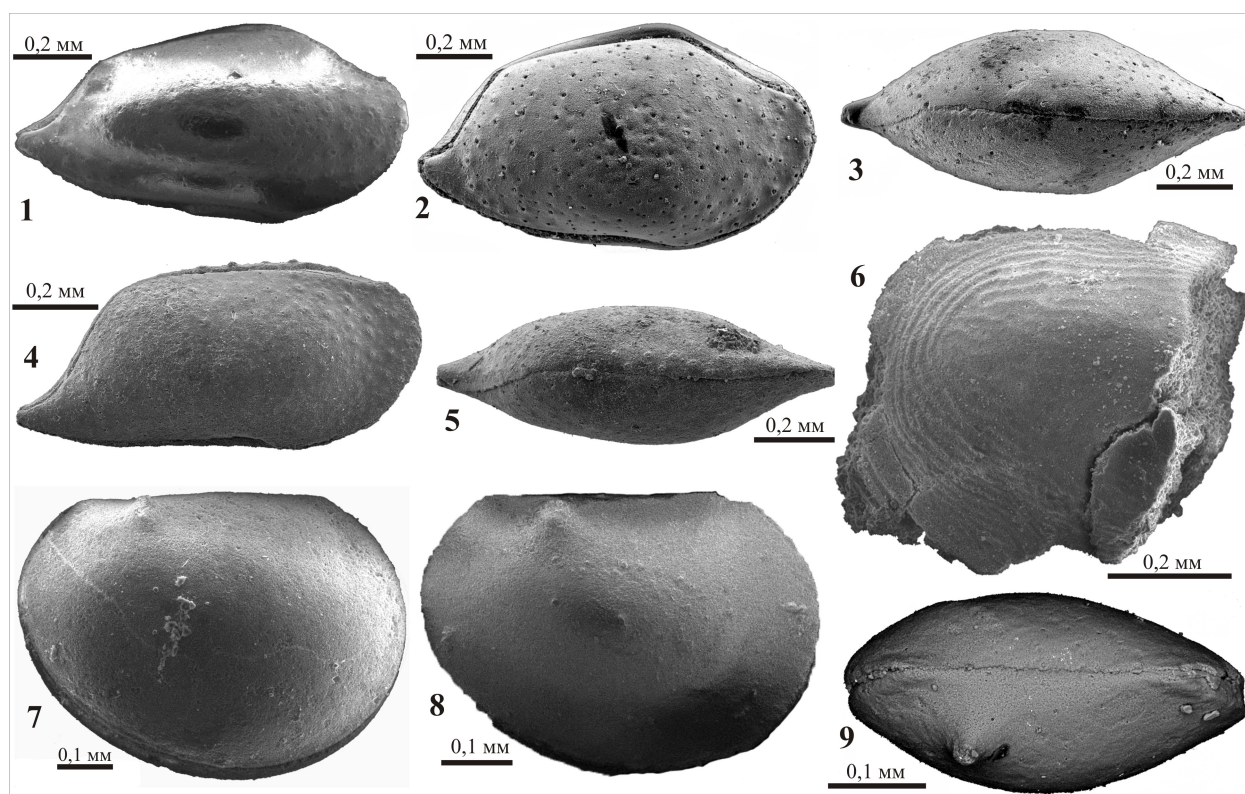


Рис. 12. 1—3 — *Pustulobairdia* ex gr. *confragosa* (Sam. & Sm., 1960), целые раковины, обр. 121-1-10: 1 — экз. № 335/7-10, со стороны правой створки; 2 — экз. № 335/7-11, со стороны правой створки; 3 — экз. № 335/7-12, со стороны спинного края; 4, 5 — *Rectobairdia eleganta* Sobolev, 2019, целые раковины, обр. 121-1/16: 4 — голотип № 333/37-47, со стороны правой створки; 5 — экз. № 333/37-46, со стороны спинного края; 6 — *Richterina (Richterina) latior* Rabien, 1960, экз. № 333/50-58, фрагмент правой? створки с внешней стороны, обр. 121-1-8; 7—9 — *Shishaella alekseevae* Tschigova, 1977, целые раковины: 7 — экз. № 333/38-25, со стороны правой створки, обр. 121-6/16; 8 — экз. № 333/34-35, со стороны правой створки, обр. 121-1-8; 9 — экз. № 333/36-6, со стороны спинного края, обр. 121-2/16

Fig. 12. 1—3 — *Pustulobairdia* ex gr. *confragosa* (Sam. & Sm., 1960), carapaces, samp. 121-1-10: 1 — № 335/7-10, in right lateral view; 2 — № 335/7-11, in right lateral view; 3 — № 335/7-12, in dorsal view; 4, 5 — *Rectobairdia eleganta* Sobolev, 2019, carapaces, samp. 121-1/16: 4 — holotype № 333/37-47, in right lateral view; 5 — № 333/37-46, in dorsal view; 6. *Richterina (Richterina) latior* Rabien, 1960, № 333/50-58, broken specimen right? valve in lateral view, samp. 121-1-8; 7—9 — *Shishaella alekseevae* Tschigova, 1977, carapaces: 7 — № 333/38-25, in right lateral view, samp. 121-6/16; 8 — № 333/34-35, in right lateral view, samp. 121-1-8; 9 — № 333/36-6, in dorsal view, samp. 121-2/16

Sulcella ? sp. (рис. 13, фиг. 5, 6, обр. 121-4/16, 121-11/16) распространен в интервале подзон М. — U. praesulcata в верхнефаменских отложениях на р. Ыджыд-Каменка.

Tricornina robusticerata Blumenstengel, 1969 (рис. 13, фиг. 7, 8, обр. 121-17/16, 121-28/16) описан из среднедевонских отложений Германии [35, 36, 47; T. (T.) n. sp., aff. T. navicula Abb. 19, figs. 2—4, 7—8]. Схожие формы T. aff. *robusticerata* встречены в среднетурнейских отложениях Омолонского массива [62; Pl. 47, figs. 12, 13], Южного Китая [44; Pl. 3, fig. 6] и Германии [37; T. 1, figs. 1, 2].

Обсуждение

Обзор таксонов остракод в разрезе на р. Ыджыд-Каменка показал, что подавляющее большинство верхнефаменско-нижнетурнейских видов широко распространено в пределах палеошельфа Лавруссии. Наиболее близкими по таксономическому составу являются разрезы Западной Европы, Урала и Восточно-Европейской платформы (38, 26 и 24 % общих так-

сонов соответственно). В этом стратиграфическом интервале отчетливо фиксируется Хангенбергское трансгрессивно-регрессивное событие. В частности, с трансгрессивной частью этого события различные исследователи сопоставляют отложения гурмеровского горизонта [45 и др.], который выделяется в объеме остракодовой зоны *Pseudoleperditia venulosa* — *Coryellina alba* — *Criboconcha primaris* [13, 59]. Поскольку основу комплекса нашего разреза составляют виды этой остракодовой зоны, то рассмотрим положение разрезов стратотипической области Южного Урала и разреза р. Ыджыд-Каменка относительно трансгрессивно-регрессивной последовательности (рис. 14). Из этой схемы сопоставления, основанной на корреляции конодонтовых зон, видно, что изученный нами разрез охватывает регрессивно-трансгрессивный интервал [9], расположенный выше Хангенбергской трансгрессии (соответствующей в западно-европейской шкале хангенбергским сланцам = HBS), часть которого соответствует перерыву в стратиграфической последовательности разрезов Зиган и Сиказа. Вероятно, этот стратиграфический перерыв

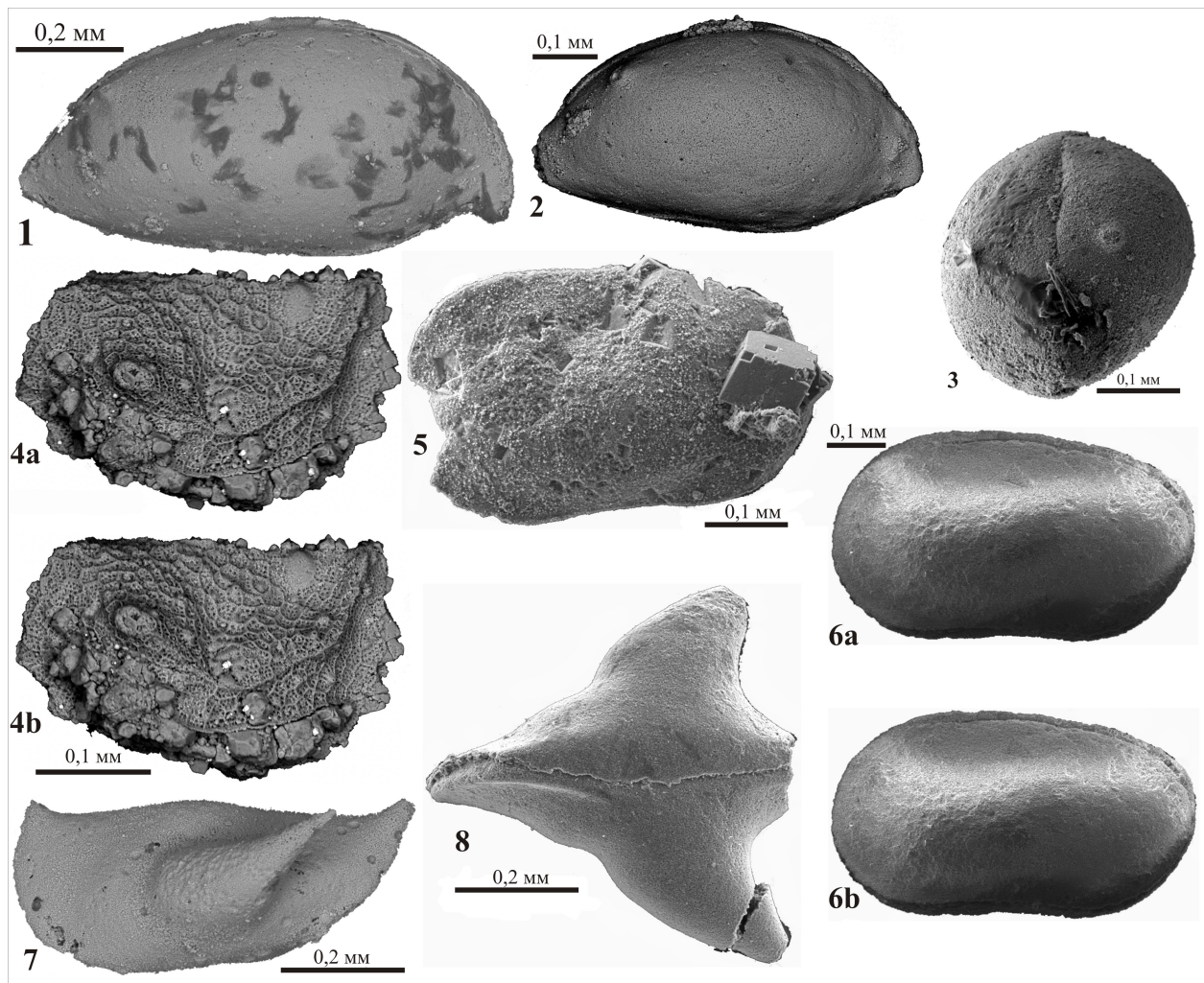


Рис. 13. 1–3 — *Spinaella casieri* Sobolev, 2019, целые раковины: 1 — голотип № 333/36-30, со стороны правой створки, обр. 121-28/16; 2 — экз. № 333/36-21, со стороны правой створки, обр. 121-1/16; 3 — экз. № 333/37-22, со стороны заднего края, обр. 121-1/16; 4 — *Spinoalacia* ? sp., экз. № 333/36-3, стереопара целой раковины со стороны правой створки, обр. 121-1/16; 5, 6 — *Sulcella* ? sp.: 5 — экз. № 333/38-3, левая створка с внешней стороны, обр. 121-4/16; 6 — экз. № 333/38-44, целая раковина со стороны левой створки, обр. 121-11/16; 7, 8 — *Tricornina robusticerata* Blumenstengel, 1969, целые раковины: 7 — экз. № 333/36-1, со стороны левой створки, обр. 121-28/16; 8 — экз. № 333/39-14, со стороны брюшного края, обр. 121-17/16

Fig. 13. 1–3 — *Spinaella casieri* Sobolev, 2019, carapaces: 1 — holotype № 333/36-30, in right lateral view, samp. 121-28/16; 2 — № 333/36-21, in right lateral view, samp. 121-1/16; 3 — № 333/37-22, posterior view, samp. 121-1/16; 4 — *Spinoalacia* ? sp., № 333/36-3, stereo-pair carapace in right lateral view, samp. 121-1/16; 5, 6 — *Sulcella* ? sp.: 5 — № 333/38-3, left valve in lateral view, samp. 121-4/16; 6 — № 333/38-44, carapace in left lateral view, samp. 121-11/16; 7, 8 — *Tricornina robusticerata* Blumenstengel, 1969, carapaces: 7 — № 333/36-1, in left lateral view, samp. 121-28/16; 8 — № 333/39-14, in ventral view, samp. 121-17/16

на Зигане и Сиказе отвечает регрессивной фазе (соответствующей Хангенбергским песчаникам HSS).

Комплекс остракод зоны *Ps. venulosa* — *Cor. alba* — *Sr. primaris*, встречающийся в разрезе на р. Ыджид-Каменка и появляющийся в разрезах Южного Урала с основания этой зоны, представлен следующими таксонами: *Pseudoleperditia venulosa* (Kummerov), *Coryellina alba* Kotschekova, *Bairdia zaninae* Posner, *Blessites feluyensis* Tschigova, *Shishaella alekseevae* Tschigova, *Knoxiella complanata* (Kummerov), *Cavellina subeichwaldi* Buschmina. Помимо вышеперечисленных видов в изученном разрезе присутствуют таксоны, которые появляются после Хангенбергской трансгрессии. К ним относятся: *Acratia subordinaria* Buschmina, *Healdianella* ex gr. *alba* Lethiers, *Phlyctiscapha* ? *pusilla* Gurevitch, *Pustulobairdia* ex gr. *confragosa* (S. et Sm.),

Acanthoscapha pechorica Sobolev, *Acratina romboiformis* Sobolev, *Rectobairdia eleganta* Sobolev, *Monoceratina* sp. и др.. Возможно, их появление на этом уровне связано с фациальными изменениями, но не исключено, что они могут быть характерны только для верхней части этой зоны. Кроме того, в нашем комплексе отсутствует южноуральский и мугоджарский зональный вид *Criboconcha primaris* Kotschet. Переход к вышележащим отложениям малевского горизонта по фауне остракод постепенный. В регрессивной фазе (образцы 121-13 — 121-17/16) появляются первые *Glyptopleura* cf. *primitiva* Green, *Glyptopleura* ex gr. *plicata* (J. et K.), *Chamishaella lima* Tschigova, *Kummerowia* aff. *serpuchovensis* S. et Sm., а с началом трансгрессии (образцы 121-1-8/90 — 121-33/16) — *Richterina* (*Richterina*) *latior* Rabien, *Chamishaella grekoffi* Tschigova и *Amicus* aff.



primaris Tschigova. Кроме того, значительная часть таксонов зоны *Ps. venulosa* — *Cor. alba* — *Cr. primaris* переходит в малевско-упинские отложения. Поэтому провести четкую границу между «гумеровским» комплексом зоны *Ps. venulosa* — *Cor. alba* — *Cr. primaris* и «малевско-упинским» комплексом зоны *Pseudoleperditia venulosa* — *Coryellina advena* — *Richterina latior* крайне сложно. По своему составу последняя соответствует остракодовой подзоне *Shivaella microphthalma* — *Pseudoleperditia venulosa* [24]. Основание остракодовой зоны *Richterina latior* мы проводим по появлению в разрезе вида-индекса *Richterina (Richterina) latior* Rabien. Эта зона сопоставляется с южноуральской зоной *Pseudoleperditia venulosa* — *Coryellina advena* — *Richterina latior*.

Выводы

Несмотря на решение рабочей группы проводить границу вблизи уровня первого появления конодонтов *Protognathodus kockeli*, совпадающего с началом послеледниковой трансгрессии, нами показано, что проведение границы по остракодам в разрезе Ыджид-Каменки на этом уровне не представляется возможным ввиду незначительного и постепенного изменения комплекса. Аналогично обстоят дела и для уровня появления *Siphonodella sulcata*. Между тем граница в основании зоны *Pseudoleperditia venulosa* — *Coryellina alba* — *Cribriconcha primaris* распознаваема и может быть использована для корреляции разрезов в пределах палеошельфа Лавруссии, хотя непосредственно в нашем разрезе этого уровня нет. Кроме того, основание этой остракодовой зоны совпадает с основанием миоспоровой зоны LE₂ и отвечает начальной фазе трансгрессии, максимум которой приходится на Хангенбергское событие HBS (Hangenberg Black Shale).

Кроме того, единичные находки какой-либо другой фауны в условиях быстро меняющихся обстановок мелководного шельфа также будут весьма субъективны. Поэтому целесообразнее было бы увязать проведение границы систем с глобальным (эвстатическим) событием и уже тогда её биостратиграфически обосновывать. Вблизи ныне действующей границы расположено только одно широко прослеживаемое во всем мире событие — это Хангенбергская трансгрессия и следы её проявления (HBS).

Динамика таксономического разнообразия комплексов остракод в мелководных фациях резко возрастает в регрессивные фазы. Перед Хангенбергским трансгрессивным событием (на Южном Урале и Мугоджарах) появляются таксоны, составляющие основу комплекса гумеровского горизонта и зоны *Pseudoleperditia venulosa* — *Coryellina alba* — *Cribriconcha primaris*. Они благополучно пережили Хангенбергскую трансгрессию, и на последующем регрессивном этапе (в разрезе на р. Ыджид-Каменка) комплекс значительно обновился (до 20 %). Однако при переходе от гумеровского к малевскому горизонтам (с началом раннетурнейской трансгрессии) отмечается незначительное и постепенное изменение комплекса остракод. Таким образом, можно утверждать, что с основания остракодовой зоны *Pseudoleperditia venulosa* — *Coryellina alba* — *Cribriconcha primaris* и

до раннего турне (включая конодонтовую зону *sulcata*) основные изменения в комплексе были связаны с появлением новых таксонов, в то время как эпизоды массового вымирания не фиксируются.

Литература

1. Артющикова О. В., Маслов В. А., Пазухин В. Н., Кулагина Е. И., Тагариева Р. Ч., Мизенс Л. И., Мизенс А. Г. Типовые разрезы девона и нижнего карбона на западном склоне Южного Урала // Путеводитель полевой экскурсии Международной конференции «Биостратиграфия, палеогеография и события в девоне и раннем карбоне» (SDS/IGCP 596 объединенная полевая сессия, 20 июля — 10 августа, 2011). Уфа, 2011. 92 с.
2. Богуш О. И., Бушмина Л. С., Домникова Е. И. О пограничных слоях девона и карбона Ельцовского синклинория в связи с изучением микрофауны // Общие вопросы изучения микрофауны Сибири, Дальнего Востока и других районов. М.: Наука, 1970. С. 49—59.
3. Бушмина Л. С. Раннекаменноугольные остракоды Кузнецкого бассейна. М.: Наука, 1968. 128 с.
4. Бушмина Л. С. Остракоды из пограничных слоев девона и карбона Ельцовского синклинория (юг Западной Сибири) // Общие вопросы изучения микрофауны Сибири, Дальнего Востока и других районов. М.: Наука, 1970. С. 60—76.
5. Бушмина Л. С. Каменноугольные остракоды низовьев р. Лены. М.: Наука, 1970. 80 с.
6. Бушмина Л. С. Раннекаменноугольные остракоды Колымского массива // Труды Ин-та геологии и геофизики (Сибирское отделение). Вып. 219. Москва, 1975. 104 с.
7. Бушмина Л. С. Верхнедевонские остракоды Центрального Приколывья // Биостратиграфия и фауна пограничных отложений девона и карбона. Приложение № 5 Ostracoda. Путеводитель научной экскурсии по туру IX. Магадан, 1979. 70 с. (XIV Тихоокеанский научный конгресс).
8. Бушмина Л. С., Кононова Л. И. Микрофауна и биостратиграфия пограничных слоев девона и карбона (юг Западной Сибири). М.: Наука, 1981. 121 с.
9. Вевель Я. А., Журавлев А. В., Попов В. В. Пограничные отложения девонской и каменноугольной систем в разрезе на р. Каменка (Печоро-Кожвинский мегавал, Тимано-Печорская провинция) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012. Т. 7. № 1. http://www.ngtp.ru/rub/2/6_2012.pdf
10. Егоров В. Г. Остракоды франского яруса Русской платформы. Ч. 1. Kloedenellidae. М. -Л.: Гостоптехиздат, 1950. 175 с.
11. Егоров В. Г. Остракоды франского яруса Русской платформы. Ч. 2. Bairdiidae, Hollinidae, Kirkbyidae. Л.: Гостоптехиздат, 1953. 65 с.
12. Кочеткова Н. М. Стратиграфические комплексы позднедевонских и раннекаменноугольных остракод в разрезе Сиказа (Южный Урал) // Стратиграфия и геология карбона Южного Урала и восточной окраины Русской платформы: Материалы к VIII Международному конгрессу по стратиграфии и геологии карбона. Уфа, 1975. С. 58—81.
13. Кочеткова Н. М., Рейтлингер Е. А., Пазухин В. Н., Ахимович В. И. Граница девона и карбона на Южном Урале // Граница девона и карбона на территории СССР. Минск, 1988. С. 157—166.
14. Назарова В. А. Описание некоторых видов остракод верхнего девона и турнейского яруса нижнего карбона



// К геологии центральных областей Русской платформы. М.: Госгеоллиздат, 1951. С. 200—223.

15. Плотицын А. Н., Журавлев А. В., Соболев Д. Б., Вевель Я. А., Груздев Д. А. Граница девона и карбона на западном склоне севера Урала и Приуралья // Труды Палеонтологического общества / Отв. ред. С. В. Рожнов. М.: ПИН РАН, 2018. Том 1. С. 90—107.

16. Познер В. М. Остракоды нижнего карбона западного крыла Подмосковной котловины // Стратиграфия и микрофауна нижнего карбона западного крыла Подмосковной котловины. Л.-М.: Гостоптехиздат, 1951. С. 5—101. (Тр. ВНИГРИ. Нов.сер.; Вып. 56).

17. Познер В. М. Остракоды нижнетурнейского подъяруса Московской синеклизы // Стратиграфия, палеонтология и палеогеография карбона Московской синеклизы. М., 1979. С. 87—98.

18. Самойлова Р. Б. Руководящие комплексы остракод карбона Московской синеклизы // Стратиграфия, палеонтология и палеогеография карбона Московской синеклизы. М.: Недра, 1979. С. 75—86.

19. Самойлова Р. Б., Смирнова Р. Ф. О новых родах и видах остракод из палеозоя южной части подмосковной котловины // Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов европейской части СССР. Москва, 1960. Вып. 3. С. 64—111.

20. Соболев Д. Б. Остракоды и биостратиграфия турнейского яруса севера Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 113 с.

21. Соболев Д. Б. Новые виды остракод из пограничных отложений девона и карбона Печоро-Кожвинского поднятия // Сыктывкарский палеонтологический сборник. 2019. № 9. С. 45—55. (Труды Ин-та геологии Коми науч. центра УрО Российской АН; Вып. 131).

22. Соболев Д. Б., Журавлев А. В., Попов В. В., Вевель Я. А. Депрессионный тип разреза верхнего визе — серпухова на Приполярье Урале // Литосфера. 2015. № 4. С. 62—72.

23. Фауна и биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона Берчогур (Мугоджары). М.: Наука, 1987. 156 с.

24. Чижова В. А. Стратиграфия и корреляция нефтегазоносных отложений девона и карбона европейской части СССР и зарубежных стран. М.: Недра, 1977. 263 с.

25. Чижова В. А., Солопекина Г. В. Стратиграфическое расчленение джебольской (верхнефаменской-нижнетурнейской) толщи Верхнепечорского района. М.: Недра, 1967. С. 193—211. (Тр. ВНИИ; Вып. XLVII).

26. Чижова В. А., Филиппова Л. И., Солопекина Г. В. Корреляция разнофациальных фаменских и нижнетурнейских отложений Юго-Восточного Притиманья // Нефтепромысловая геология. Труды ВНИИ. 1970. Вып. LVI. С. 196—213.

27. Шнейдер Г. Ф. Род *Acratinella* Schneider gen. nov // Материалы по палеонтологии: Новые семейства и роды. М., Госгеолтехиздат, 1956. С. 92—93. (Тр. ВСЕГЕИ; Вып. 12).

28. Barskov I. S., Simakov K. V., Alekseev A. S., Bogoslovsky B. I., Byvsheva T. V., Gagiev M. H., Kononova L. I., Kochetkova N. M., Kusina L. F., Reitlinger E. A. Devonian-Carboniferous transitional deposits of the Berchogur section, Mugodzary, USSR (preliminary report) // The Devonian-Carboniferous boundary. 1984. P. 207—230. (Cour. Forsch. Inst. Senckenberg; Bd. 67).

29. Becker G. Ostracoden-Entwicklung im Kantabrischen Variszikum (Nordspanien) // Geol. Paläont. Stuttgart, 1982. Vol. 163. № 2. P. 153—163.

30. Becker G., Bless M. J. M., Streel M., Thorez J. Palynology and ostracode distribution in the Upper Devonian and

basal Dinantian of Belgium and their dependence on sedimentary facies // Meded. rijks geol. Dienst. 1974. Vol. 25. № 2. P. 9—99.

31. Becker G., Blumenstengel H. The importance of the Hangenberg event on ostracod distribution at the Devonian/Carboniferous boundary in Central Europe (Thüringisches and Rheinisches Schiefergebirge) // J. Ostracoda and Biostratigraphy. Balkema. Rotterdam, 1995. P. 67—78.

32. Becker R. T., Kaiser S. I., Aretz M. Review of chrono-, litho- and biostratigraphy across the global Hangenberg Crisis and Devonian—Carboniferous Boundary // Geological Society. Special Publications / Becker R. T., Königshof P., Brett C. E. (eds) Devonian Climate, Sea Level and Evolutionary Events. London, 2016. Vol. 423. P. 355—386.

33. Bless M. J. M., Boonen P., Duser M., Soille P. Microfossils anpositional environment of late Dinantian carbonates at Heibaart (Northern Belgium) // Annales de la Societe Geologique de Belgique. 1981. T. 104. P. 135—165.

34. Blumenstengel H. Zur Taxionomie und Biostratigraphie verkieselter Ostracoden aus dem Thüringer Oberdevon // Freiburger Forschungshefte. Leipzig, 1965. P. 1—127.

35. Blumenstengel H. Eine neue Ostracodenfauna aus dem Mitteldevon des Harzes. Berichte der deutschen Gesellschaft für Geologische Wissenschaften A // Geologie Paläontologie. Berlin, 1969. Vol. 14. № 6. P. 727—738.

36. Blumenstengel H. Oberdevonische Ostracoden aus der Bohrung Mandelholz 18/56 (Harz, Elbingröder Komplex) // Freiburger Forschungshefte. Leipzig, 1970. Vol. 256. P. 7—36.

37. Blumenstengel Von H., Bender P., Herbig H.-G. Ostrakoden aus der Gladenbach-Formation (Unterkarbon, Lahn-Dill-Mulde, Rheinisches Schiefergebirge) // Sonderveröffentlichungen, Geologisches Institut der Universität zu Köln. Köln, 1997. Vol. 114. P. 91—121. (Festschrift Eugen K. Kempf).

38. Brayer R. C. Salem Ostracoda of Missouri // Journal of Paleontology. 1952. Vol. 26. P. 162—174.

39. Casier J.-G., Lebon A., Mamet B., Preat A. Ostracods and lithofacies close to the Devonian-Carboniferous boundary in the Chanxhe and Rivage sections, northeastern part of the Dinant Basin, Belgium // Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. Bruxelles-Brussel, 2005. Vol. 75. P. 95—126.

40. Casier J.-G., Lethiers F., Preat A. Ostracods and rock facies associated with the Devonian-Carboniferous boundary series in the Puech de la Suque section, Montagne Noire, France // Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. Bruxelles-Brussel, 2001. Vol. 71. P. 31—52.

41. Casier J.-G., Lethiers F., Preat A. Ostracods and sedimentology of the Devonian-Carboniferous stratotype section (La Serre, Montagne Noire, France) // Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. Bruxelles-Brussel, 2002. Vol. 72. P. 43—68.

42. Casier J.-G., Mamet B., Preat A., Sandberg C. A. Sedimentology, conodonts and ostracods of the Devonian-Carboniferous strata of the Anseremme railway bridge section, Dinant Basin, Belgium // Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. Bruxelles-Brussel, 2004. Vol. 74. P. 45—68.

43. Casier J.-G., Preat A. Ostracods and lithofacies of the Devonian-Carboniferous boundary beds in the Avesnois, North of France // Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre. Brussel, 2003. Vol. 73. P. 83—107.

44. Coen M. Ostracodes from the Frasnian to Viséan deposits of Central Hunan, South China // Mem. Inst. Geol. Univ. Louvain, 1996. Vol. 36. P. 55—72.



45. Gatovsky Yu. A. Fammenian-Tournaisian boundary on the western slope of the South Urals, Russia: new look // STRATA. 2015. Série 1, Vol. 16. P. 51–52. (IGCP596-SDS Symposium, Brussels, September 2015).
46. Green R. Lower Mississippian Ostracodes from the Banff Formation, Alberta // Research Council of Alberta Bulletin. 1963. Vol. 11. P. 1–201.
47. Gross H. Mitteldevonische Ostracoden zwischen Ruhr und Sieg. (Rechtsrheinisches Schiefergebirge) // Gottinger Arb. Geol. Palaont. Gottingen, 1969. P. 1–110.
48. Grundel J. Zur Biostratigraphie und Fazies der Gattendorfia-Stufe in Mitteldeutschland unter besonderer Berücksichtigung der Ostracoden // Freiburger Forschungshefte. Berlin, 1961. P. 55–173.
49. Hance L., Muchez Ph., Coen M., Fang X.-S., Groessens E., Hou H., Poty E., Steemans Ph., Streel M., Tan Z., Tourneur F., Van Steenwinkel M., Xu S.-C. Biostratigraphy and sequence stratigraphy at the Devonian-Carboniferous transition in Southern China (Hunan Province). Comparison with Southern Belgium // Annales de la Societe Geologique de Belgique. 1994. Vol. 116. № 2. P. 359–378.
50. Jones P. J. Lower Carboniferous Ostracoda (Beyrichi-copida and Kirkbyocopa) from the Bonaparte Basin, north-western Australia // Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics. 1989. Bul. 228. P. 1–97.
51. Kaiser S. I., Becker R. T. The required revision of the Devonian-Carboniferous boundary // J. Stratigraphy. 2007. Vol. 31. Supplement 1. 95 p.
52. Lethiers F. Ostracodes du Devonien terminal de l'Ouest du Canada: Systématique, biostratigraphie, paléontologies // Geobios. Mém. Spéc., 1981. № 5. 236 p.
53. Lethiers F., Crasquin-Soleau S. Commeat extraire les microfossiles à tests calcitiques des roches calcaires dures // Rev. micropaléontol. 1988. Vol. 31. № 1. P. 56–61.
54. Lethiers F., Feist R. Ostracodes, stratigraphie et bathymétrie du passage Devonien-Carbonifère au Viséen inférieur en Montagne Noire (France) // Geobios. 1991. Vol. 24. P. 71–104.
55. Matyja H., Turnau E., Zbikowska B. Lower Carboniferous (Mississippian) stratigraphy of northwestern Poland: conodont, miospore and ostracod zones compared // Annales Societatis Geologorum Poloniae. 2000. Vol. 70. P. 193–217.
56. Olempska E. Middle to Upper Devonian Ostracoda from the Southern Holy Cross Mountains, Poland // Palaeontologica Polonica. 1979. Vol. 40. P. 57–162.
57. Olempska E. Changes in benthic ostracod assemblages across the Devonian-Carboniferous boundary in the Holy Cross Mountains // Acta Palaeontologica Polonica. 1997. Vol. 42. № 2. P. 291–332.
58. Olempska E. Silicified shallow-water ostracodes from the Early Carboniferous of South China // Acta Palaeontologica Polonica. 1999. Vol. 44. № 4. P. 383–436.
59. Pazukhin V. N., Kulagina E. I., Sedaeva K. M. The Devonian/Carboniferous boundary on the western slope of the South Urals. Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes: Southern Urals Session // Proceedings of the International Field Meeting “The historical type sections, proposed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia” (Ufa — Sibai, August 13–18, 2009). Ufa: DesignPolygraphService Ltd., 2009. P. 22–33.
60. Rabien A. Zur Ostracoden-Stratigraphie an der Devon/Karbon-Grenze im Rheinischen Schiefergebirge // Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf. Krefeld, 1960. Vol. 3. P. 61–106.
61. Robinson E. A stratigraphical index of British Ostracoda // Geol. Jour., Spec. Issue. 1978. № 8. P. 121–166.
62. Shilo N. A., Bouckaert J., Afanasjeva G. A., Bless M. J. M., Conil R., Erlanger O. A., Gagiev M. H., Lazarev S. S., Onoprienko Yu. I., Poty E., Razina T. P., Simakov K. V., Smirnova L. V., Streel M., Swennen R. Sedimentological and paleontological atlas of the Late Famennian and Tournaisian deposits in the Omolon region (NE-USSR) // Annales de la Societe Geologique de Belgique. 1984. Vol. 107. P. 137–247.
63. Zhuravlev A. V. Shallow-water siphonodellids and definition of the Devonian-Carboniferous boundary // Newsletter on Carboniferous Stratigraphy. V. 2017. 33. P. 21–26.
64. Zhuravlev A. V. A new species of shallow-water *Siphonodella* (Conodonta) from the Tournaisian (Lower Carboniferous) of Pechora-Kozhva uplift, Timan-Pechora basin. // Vestnik IG Komi SC UB RAS. 2019. № 4. P. 25–28.

References

1. Artyushkova O. V., Maslov V. A., Pazukhin V. N., Kulagina Ye. I., Tagariyeva R. Ch., Mizens L. I., Mizens A. G. *Tipovyye razrezy devona i nizhnego karbona na zapadnom sklone Yuzhnogo Urala* (Typical sections of the Devonian and Lower Carboniferous on the western slope of the Southern Urals). Guidebook of field trip. Ufa, 2011, 92 p.
2. Bogush O. I., Bushmina L. S., Domnikova E. I. *O pogranichnykh sloyakh devona i karbona Yel'tsovskogo sinklinoriya v svyazi s izuchennem mikrofauny* (Boundary beds of the Devonian and Carboniferous of the Yeltsov synclinorium in connection with the study of microfauna). In: *Obshchiye voprosy izucheniya mikrofauny Sibiri, Dalnego Vostoka i drugikh rayonov* (General questions of researches of microfauna of Siberia, Far East and other areas). Moscow: Nauka, 1970, pp. 49–59.
3. Bushmina L. S. *Rannekamennougolnyye ostrakody Kuznetskogo basseyna* (Early Carboniferous ostracodes of the Kuznetsk Basin). Moscow: Nauka, 1968, 128 p.
4. Bushmina L. S. *Ostrakody iz pogranichnykh sloyev devona i karbona Yel'tsovskogo sinklinoriya (yug Zapadnoy Sibiri)* (Ostracodes from the boundary layers of the Devonian and Carboniferous of the Yeltsov synclinorium (south of Western Siberia)). In: *Obshchiye voprosy izucheniya mikrofauny Sibiri, Dalnego Vostoka i drugikh rayonov* (General questions of researches of microfauna of Siberia, Far East and other areas). Moscow: Nauka, 1970, pp. 60–76.
5. Bushmina L. S. *Kamennougolnye ostrakody nizovey r. Leny* (Carboniferous ostracodes of the lower reaches of the Lena river). Moscow: Nauka, 1970, 80 p.
6. Bushmina L. S. *Rannekamennougolnyye ostrakody Kolymskogo massiva* (Early Carboniferous ostracodes of the Kolyma massif). Proceedings of Institute of geology and geophysics, 219, Moscow, 1975, 104 p.
7. Bushmina L. S. *Verkhnedevonskie ostrakody Tsentralnogo Prikolymya* (Devonian ostracods of the Central Kolyma region). *Biostratigrafiya i fauna pogranichnykh otlozheniy devona i karbona. Putevoditel' nauchnoy ekskursii po turu IX* (Biostratigraphy and fauna of boundary deposits of the Devonian and Carboniferous. Guide for the scientific excursion IX). Magadan, 1979, 70 p.
8. Bushmina L. S., Kononova L. I. *Mikrofauna i biostratigrafiya pogranichnykh sloyev devona i karbona (yug Zapadnoy Sibiri)* (Microfauna and biostratigraphy of the boundary layers of the Devonian and Carboniferous (south of Western Siberia)). Moscow: Nauka, 1981, 121 p.
9. Vevel', Y. A., Zhuravlev, A. V., Popov, V. V. Deposits of the Devonian and Carboniferous boundary in the Kamenka River section (Pechora-Kozhvisky megaswell, Timan-Pechora province). 2012, 7 (1), available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/6_2012.pdf (in Russian, English abstract).



10. Egorov V. G. *Ostrakody franskogo yarusa Russkoy platformy. CH. 1. Kloedenellidae* (Ostracodes of the Frasnian Stage of the Russian Platform. Part 1. Kloedenellidae). Moscow-Leningrad: Gostoptekhizdat, 1950, 175 p.
11. Egorov V. G. *Ostrakody franskogo yarusa Russkoy platformy. CH. 2. Bairdiidae, Hollinidae, Kirkbyidae* (Ostracods of the Frasnian Stage of the Russian Platform. Part 2. Bairdiidae, Hollinidae, Kirkbyidae). Leningrad: Gostoptekhizdat, 1953, 65 p.
12. Kochetkova N. M. *Stratigraficheskiye komplekсы pozdnedevonskikh i rannekamennougol'nykh ostrakod v razreze «Sikaza» (Yuzhnyy Ural)* (Stratigraphic assemblages of Late Devonian and Early Carboniferous ostracods in the Sikaza section (Southern Urals)). *Stratigrafiya i geologiya karbona Yuzhnogo Urala i vostochnoy okrainy Russkoy platformy* (Stratigraphy and Geology of the Carboniferous of the Southern Urals and the eastern margin of the Russian platform). Ufa, 1975, pp. 58–81.
13. Kochetkova N. M., Reitlinger Ye. A., Pazukhin V. N., Akhimovich V. I. *Granitsa devona i karbona na Yuzhnom Urale* (Devonian and Carboniferous boundary on the South Urals). *Granitsa devona i karbona na territorii SSSR* (Devonian and Carboniferous boundary in the USSR). Minsk, 1988, pp. 157–166.
14. Nazarova V. A. *Opisaniye nekotorykh vidov ostrakod verkhnego devona i turneyskogo yarusa nizhnego karbona* (Description of some species of ostracods of the Upper Devonian and the Tournaisian stage of the Lower Carboniferous). *K geologii Tsentralnykh oblastey Russkoy platformy* (Geology of central regions of the Russian plate). Moscow: Gosgeolizdat, 1951, pp. 200–223.
15. Plotitsyn A. N., Zhuravlev A. V., Sobolev D. B., Vevel' Ya. A., Gruzdev D. A. *Granitsa devona i karbona na zapadnom sklone severa Urala i Priuralya* (The boundary of the Devonian and Carboniferous on the western slope of the north of the Urals and the Urals). *Trudy Paleontologicheskogo obshchestva* (Proceedings of the Paleontological Society). S. V. Rozhnov (editor-in-chief). Moscow: PIN RAN, 2018, V. 1, pp. 90–107.
16. Posner V. M. *Ostrakody nizhnego karbona zapadnogo kryla Podmoskovnoy kotloviny* (Lower Carboniferous ostracodes of the western wing of the Moscow Basin). *Stratigrafiya i mikrofauna nizhnego karbona zapadnogo kryla Podmoskovnoy kotloviny* (Stratigraphy and microfauna of the Lower Carboniferous of the western wing of the Moscow basin). Leningrad-Moscow: Gostoptekhizdat, 1951, pp. 5–101.
17. Posner V. M. *Ostrakody nizhneturneyskogo podyarusa Moskovskoy sineklizy* (Ostracodes of the Lower Tournesian substage of the Moscow syncline). *Stratigrafiya, paleontologiya i paleogeografiya karbona Moskovskoy sineklizy* (Stratigraphy, paleontology and paleogeography of the Carboniferous of the Moscow syncline). Moscow, 1979, pp. 87–98.
18. Samoilova R. B. *Rukovod'yashchiye komplekсы ostrakod karbona Moskovskoy sineklizy* (Leading complexes of the Carboniferous ostracods of the Moscow syncline). *Stratigrafiya, paleontologiya i paleogeografiya karbona Moskovskoy sineklizy* (Stratigraphy, paleontology and paleogeography of the Carboniferous of the Moscow syncline). Moscow: Nedra, 1979, pp. 75–86.
19. Samoylova R. B., Smirnova R. F. *O novykh rodakh i vidakh ostrakod iz paleozoya yuzhnoy chasti podmoskovnoy kotloviny* (New genera and species of ostracods from the Paleozoic in the southern part of the Moscow region basin). *Materialy po geologii i poleznym iskopayemym tsentralnykh rayonov yevropeyskoy chasti SSSR* (Materials for geology of mineral resources of central European part of the USSR). Moscow, 1960, pp. 64–111.
20. Sobolev D. B. *Ostrakody i biostratigrafiya turneyskogo yarusa severa Urala* (Ostracodes and biostratigraphy of the Tournaisian stage in the north of the Urals). Ekaterinburg: UB RAS, 2005. 113 p.
21. Sobolev D. B. *Novyye vidy ostrakod iz pogranichnykh otlozheniy devona i karbona Pechoro-Kozhviskogo podnyatiya* (A new ostracodes from the Devonian–Carboniferous boundary deposits of Pechora-Kozhva Uplift). *Syktyvkar Paleontological Collection*. Syktyvkar, 2019, No. 9, pp. 45–55.
22. Sobolev D. B., Zhuravlev A. V., Popov V. V., Vevel' Ya. A. *Depressionnyi tip razreza verkhnego vize-serpukhovaya na Pripolyarnom Urale* (Depression type of the Upper Visean–Serpukhovian section in the Subpolar Urals). *Litosfera*, 2015, No. 4, pp. 62–72.
23. *Fauna i biostratigrafiya pogranichnykh otlozheniy devona i karbona Berchogura (Mugodzhary)* (Fauna and biostratigraphy of boundary sediments of the Devonian and Carboniferous Berchogur (Mugodzhary)). Moscow: Nauka, 1987, 156 p.
24. Chizhova V. A. *Stratigrafiya i korrelyatsiya neftegazonovnykh otlozheniy devona i karbona evropeyskoy chasti SSSR i zarubezhnykh stran* (Stratigraphy and correlation of oil and gas deposits of the Devonian and Carboniferous of the European part of the USSR and foreign countries). Moscow: Nedra, 1977, 263 p.
25. Chizhova V. A., Solopekina G. V. *Stratigraficheskoye raschleneniye dzhebol'skoy (verkhnefamenskoy-nizhneturneyskoy) tolshchi Verkhneye-Pechorskogo rayona* (Stratigraphic subdivision of the Dzhebol (Upper Famennian–Lower Tournesian) sequence of the Upper-Pechora region). Moscow: Nedra, 1967, pp. 193–211.
26. Chizhova V. A., Filippova L. I., Solopekina G. V. *Korrelyatsiya raznofatsial'nykh famenskikh i nizhneturneyskikh otlozheniy yugovostochnogo Pritiman'ya* (Correlation of different facies Famennian and Lower Tournaisian deposits of the southeastern Timan region). *Neftepromyslovaya geologiya* (Oil geology), Trudy VNII, 1970, LVI, pp. 196–213.
27. Schneider G. F. *Rod Acratinella Schneider gen. nov* (Genus *Acratinella* Schneider gen. Nov). *Materialy po paleontologii: Novyye semeystva i rody* (Materials on paleontology: New families and genera). Moscow, Gosgeoltekhizdat, 1956, pp. 92–93.
28. Barskov I. S., Simakov K. V., Alekseev A. S., Bogoslovsky B. I., Byvsheva T. V., Gagiev M. H., Kononova L. I., Kochetkova N. M., Kusina L. F., Reitlinger E. A. *Devonian–Carboniferous transitional deposits of the Berchogur section, Mugodzhary, USSR (preliminary report)*. The Devonian–Carboniferous boundary, 1984, pp. 207–230. (Contr. Forsch. Inst. Senckenberg; Bd. 67).
29. Becker G. *Ostracoden-Entwicklung im Kantabrischen Variszikum (Nordspanien)*. Geol. Paläont. Stuttgart, 1982, V. 163, No. 2, pp. 153–163.
30. Becker G., Bless M. J. M., Streel M., Thorez J. *Palynology and ostracode distribution in the Upper Devonian and basal Dinantian of Belgium and their dependence on sedimentary facies*. Meded. rijks geol. Dienst, V. 25, No 2, pp. 9–99.
31. Becker G., Blumenstengel H. *The importance of the Hangenberg event on ostracod distribution at the Devonian/Carboniferous boundary in Central Europe (Thüringisches and Rheinisches Schiefergebirge)*. J. Ostracoda and Biostratigraphy, Balkema, Rotterdam, 1995, pp. 67–78.
32. Becker R. T., Kaiser S. I., Aretz M. *Review of chrono-, litho- and biostratigraphy across the global Hangenberg Crisis and Devonian–Carboniferous Boundary*. Geological Society. Special Publications/Becker R. T., Konigshof P., Brett C. E. (eds) *Devonian Climate, Sea Level and Evolutionary Events*. London, 2016, V. 423, pp. 355–386.
33. Bless M. J. M., Boonen P., Duser M., Soille P. *Microfossils anpositional environment of late Dinantian carbonates at Heibaart (Northern Belgium)*. Annales de la Societe Geologique de Belgique, 1981, V. 104, pp. 135–165.
34. Blumenstengel H. *Zur Taxonomie und Biostratigraphie verkieselter Ostracoden aus dem Thüringer Oberdevon*. Freiburger Forschungshefte, Leipzig, 1965, pp. 1–127.



35. Blumenstengel H. Eine neue Ostracodenfauna aus dem Mitteldevon des Harzes. Berichte der deutschen Gesellschaft für Geologische Wissenschaften A. Geologie Paläontologie. Berlin, 1969, V. 14, No. 6, pp. 727–738.
36. Blumenstengel H. Oberdevonische Ostracoden aus der Bohrung Mandelholz 18/56 (Harz, Elbingröder Komplex). Freiburger Forschungshefte. Leipzig, 1970, V. 256, pp. 7–36.
37. Blumenstengel Von H., Bender P., Herbig H.-G. Ostrakoden aus der Gladenbach-Formation (Unterkarbon, Lahn-Dill-Mulde, Rheinisches Schiefergebirge). Sonderveröffentlichungen, Geologisches Institut der Universität zu Köln. Köln, 1997, V. 114, pp. 91–121. (Festschrift Eugen K. Kempf).
38. Brayer R. C. Salem Ostracoda of Missouri. Journal of Paleontology. 1952, V. 26, pp. 162–174.
39. Casier J.-G., Lebon A., Mamet B., Preat A. Ostracods and lithofacies close to the Devonian-Carboniferous boundary in the Chanxhe and Rivage sections, northeastern part of the Dinant Basin, Belgium. Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. Bruxelles-Brussel, 2005, V. 75, pp. 95–126.
40. Casier J.-G., Lethiers F., Preat A. Ostracods and rock facies associated with the Devonian-Carboniferous boundary series in the Puech de la Suque section, Montagne Noire, France. Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. Bruxelles-Brussel, 2001, V. 71, pp. 31–52.
41. Casier J.-G., Lethiers F., Preat A. Ostracods and sedimentology of the Devonian-Carboniferous stratotype section (La Serre, Montagne Noire, France). Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. Bruxelles-Brussel, 2002, V. 72, pp. 43–68.
42. Casier J.-G., Mamet B., Preat A., Sandberg C. A. Sedimentology, conodonts and ostracods of the Devonian-Carboniferous strata of the Anseremme railway bridge section, Dinant Basin, Belgium. Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. Bruxelles-Brussel, 2004, V. 74, pp. 45–68.
43. Casier J.-G., Preat A. Ostracods and lithofacies of the Devonian-Carboniferous boundary beds in the Avesnois, North of France. Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. Brussel, 2003, V. 73, pp. 83–107.
44. Coen M. Ostracodes from the Frasnian to Viséan deposits of Central Hunan, South China. Мѣм. Inst. Гѣол. Univ. Louvain, 1996, V. 36, pp. 55–72.
45. Gatovsky Yu. A. Fammenian-Tournaisian boundary on the western slope of the South Urals, Russia: new look. STRATA. 2015. Série 1, V. 16, pp. 51–52. (IGCP596-SDS Symposium, Brussels, September 2015).
46. Green R. Lower Mississippian Ostracodes from the Banff Formation, Alberta. Research Council of Alberta Bulletin. 1963, V. 11, pp. 1–201.
47. Gross H. Mitteldevonische Ostracoden zwischen Ruhr und Sieg. (Rechtsrheinisches Schiefergebirge). Göttinger Arb. Geol. Paläont. Göttingen, 1969, pp. 1–110.
48. Grundel J. Zur Biostratigraphie und Fazies der Gattendorfia-Stufe in Mitteldeutschland unter besonderer Berücksichtigung der Ostracoden. Freiburger Forschungshefte. Berlin, 1961, pp. 55–173.
49. Hance L., Muchez Ph., Coen M., Fang X.-S., Groessens E., Hou H., Poty E., Steemans Ph., Streel M., Tan Z., Tournier F., Van Steenwinkel M., Xu S.-C. Biostratigraphy and sequence stratigraphy at the Devonian-Carboniferous transition in Southern China (Hunan Province). Comparison with Southern Belgium. Annales de la Société Géologique de Belgique. 1994, V. 116, No. 2, pp. 359–378.
50. Jones P. J. Lower Carboniferous Ostracoda (Beyrichioida and Kirkbyocopa) from the Bonaparte Basin, northwestern Australia. Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics. 1989, Bul. 228, pp. 1–97.
51. Kaiser S. I., Becker R. T. The required revision of the Devonian-Carboniferous boundary. J. Stratigraphy, 2007, V. 31, Supplement 1, 95 p.
52. Lethiers F. Ostracodes du Devonien terminal de l'Ouest du Canada: Systématique, biostratigraphie, paléontologie. Geobios. Mém. Sprc., 1981, No. 5, 236 p.
53. Lethiers F., Crasquin-Soleau S. Commeat extraire les microfossiles à tests calcitiques des roches calcaires dures. Rev. micropaléontol. 1988, V. 31, No. 1, pp. 56–61.
54. Lethiers F., Feist R. Ostracodes, stratigraphie et bathymétrie du passage Devonien-Carbonifère au Viséen inférieur en Montagne Noire (France). Geobios, 1991, V. 24, pp. 71–104.
55. Matyja H., Turnau E., Zbikowska B. Lower Carboniferous (Mississippian) stratigraphy of northwestern Poland: conodont, miospore and ostracod zones compared. Annales Societatis Geologorum Poloniae, 2000, V. 70, pp. 193–217.
56. Olempska E. Middle to Upper Devonian Ostracoda from the Southern Holy Cross Mountains, Poland. Palaeontologica Polonica. 1979, V. 40, pp. 57–162.
57. Olempska E. Changes in benthic ostracod assemblages across the Devonian-Carboniferous boundary in the Holy Cross Mountains. Acta Palaeontologica Polonica. 1997, V. 42, No. 2, pp. 291–332.
58. Olempska E. Silicified shallow-water ostracodes from the Early Carboniferous of South China. Acta Palaeontologica Polonica. 1999, V. 44, No. 4, pp. 383–436.
59. Pazukhin V. N., Kulagina E. I., Sedaeva K. M. The Devonian/Carboniferous boundary on the western slope of the South Urals. Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes: Southern Urals Session. Proceedings of the International Field Meeting “The historical type sections, proposed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia” (Ufa – Sibai, August 13–18, 2009). Ufa: DesignPolygraphService Ltd., 2009, pp. 22–33.
60. Rabien A. Zur Ostracoden-Stratigraphie an der Devon/Karbon-Grenze im Rheinischen Schiefergebirge. Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf. Krefeld, 1960, V. 3, pp. 61–106.
61. Robinson E. A stratigraphical index of British Ostracoda. Geol. Jour., Spec. Issue. 1978, No. 8, pp. 121–166.
62. Shilo N. A., Bouckaert J., Afanasjeva G. A., Bless M. J. M., Conil R., Erlanger O. A., Gagiev M. H., Lazarev S. S., Onoprienko Yu. I., Poty E., Razina T. P., Simakov K. V., Smirnova L. V., Streel M., Swennen R. Sedimentological and paleontological atlas of the Late Famennian and Tournaisian deposits in the Omolon region (NE-USSR). Annales de la Société géologique de Belgique, 1984, V. 107, pp. 137–247.
63. Zhuravlev A. V. Shallow-water siphonodellids and definition of the Devonian-Carboniferous boundary. Newsletter on Carboniferous Stratigraphy, 2017, 33, pp. 21–26.
64. Zhuravlev A. V. A new species of shallow-water *Siphonodella* (Conodonta) from the Tournaisian (Lower Carboniferous) of Pechora-Kozhva uplift, Timan-Pechora basin. Vestnik IG Komi SC UB RAS, 2019, No. 4, pp. 25–28.

Поступила в редакцию / Received 12.11.2020



ПСЕВДОМОРФОЗЫ ПО ПРИЖИЗНЕННЫМ ФОРМАМ ОРГАНИЗМОВ В СОВРЕМЕННЫХ ВУЛКАНИТАХ СРЕДИННО-АТЛАНТИЧЕСКОГО ХРЕБТА

И. Г. Добрецова

АО «Полярная морская геолого-разведочная экспедиция», Санкт-Петербург; dobro54@mail.ru

Изучение образцов вулканитов, сульфидных руд и околорудных метасоматитов со дна Атлантического океана привело к обнаружению прижизненных форм организмов: раковин фораминифер, минеральных псевдоморфоз по телам полихет, илоедов и другой фауны. Это позволяет не только понять современные геологические процессы в глубинах океанов, но и реконструировать на основе принципа актуализма события далёкого геологического прошлого.

Ключевые слова: Срединно-Атлантический хребет, глубоководная фауна, пикриты, базальты, туффиты, глубоководные сульфидные руды, околорудные метасоматиты.

LIVING ORGANISMS PSEUDOMORPHS IN MODERN VOLCANITES OF THE MID-ATLANTIC RIDGE

I. G. Dobretsova

«Polar Marine Geological Exploration Expedition», St. Petersburg

The study of samples of volcanic rocks, sulfide ores, and near-ore metasomatites from the bottom of the Atlantic Ocean resulted in the discovery of vital forms of organisms: foraminiferal shells, mineral pseudomorphs after the bodies of polychaetes, deposit feeders, and other fauna. This allows us to understand not only modern geological processes in the depths of the oceans, but also to reconstruct events of the distant geological past based on the principle of actualism.

Keywords: Mid-Atlantic Ridge, deep-sea fauna, picrites, basalts, tuffites, deep-sea sulfide ores, near-ore metasomatites.

Введение

Одно из важнейших научных открытий XX века — так называемые чёрные курильщики и оазисы жизни вокруг них на дне океанов, возникшие благодаря извержению из недр Земли горячих (до 420 °С) минерализованных растворов. Как показали современные исследования, появлению таких гидротермальных растворов предшествует молодой вулканизм [1].

Наши исследования, проводившиеся на глубине около 3 км в пределах Российского разведочного района (РРР) на Срединно-Атлантическом хребте (САХ) с координатами от 20 до 13° с. ш., привели к обнаружению в вулканических породах и сульфидных рудах многочисленных прижизненных форм организмов. На исследованном участке дно океана оказалось сложенным преимущественно современными вулканиками ультраосновного и основного состава, лишь частично перекрытыми рыхлыми органогенно-карбонатными пелагическими отложениями — кокколито-фораминиферовыми илами мощностью до первых метров, реже — птероподовыми осадками мощностью не более 20 см.

Объекты и методы исследований

Образцы пелагических осадков, вулканитов, сульфидных руд и околорудных метасоматитов были подняты на борт научно-исследовательского судна «Профессор Логачёв» с помощью драги, коробчатого пробоотборника и телевизионного грейфера.

Всего в ходе 14 рейсов в Атлантическом океане отобрано несколько десятков тысяч образцов, из которых не менее 1000 содержали fossilized fauna. Первоначально они изучались под биноклем непосредственно в рейсах. Сохранить эту фауну при изготовлении шлифов из молодых базальтов оказалось непросто — пришлось увеличить толщину шлифов. Ранее петрографы, оптико-микроскопически изучающие шлифы базальтов и магматитов, поднятых со дна океана, пропускали находившуюся в этих породах микрофауну, часто она выдиралась при изготовлении шлифов. Так, из образца базальта с каверной, в которой находились микрофоссилии остракод, была извлечена раковина, исследованная совместно с В. Т. Дубинчуком (ВИМС, Москва) под ПЭМ BS-350. Затем многие образцы были исследованы под оптическим микроскопом и электронным микроскопом Qunta 200 3D DualBeam в Санкт-Петербургском университете и комплексом методов в Институте геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар). В ходе исследований коллекции пород в ЦКП «Геонаука» ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН использовались следующие методы: оптическая микроскопия (компьютеризированный комплекс OLYMPUS BX51); рентгеновская дифрактометрия (Shimadzu XRD-6000); аналитическая сканирующая электронная микроскопия (JSM-6400); масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (Perkin Elmer ELAN 9000); рентгенофлуоресцентный анализ (Shimadzu XRF-1800) — анализ химического состава горных пород; изотопная масс-

Для цитирования: Добрецова И. Г. Псевдоморфозы по прижизненным формам организмов в современных вулканитах Срединно-Атлантического хребта // Вестник геонаук. 2020. 12(312). С. 26—31. DOI: 10.19110/geov.2020.12.2.

For citation: Dobretsova I. G. Living organisms pseudomorphs in modern volcanites of the Mid-Atlantic Ridge. Vestnik of Geosciences, 2020, 12(312), pp. 26—31, doi: 10.19110/geov.2020.12.2.



спектрометрия (Delta V+ (Finnigan) с элементным анализатором Flash EA-HT 1112 и газовым коммутатором Confo IV); газовая хроматография («Цвет-800» с пиролитической приставкой). Проведенные исследования позволили четко диагностировать породы, в которых присутствовали фоссилии.

Результаты исследования

Местом проявления подводного вулканизма является не днище рифтовой долины, а её борта, где магма прорывает океанскую кору и внедряется в уже накопленные пелагические осадки [4]. В ходе наших исследований впервые были обнаружены типичные пирокластические породы — результат взрывных извержений — на глубинах 2.5—3.5 км. Ранее теоретически считалось, что вулканические взрывные извержения на таких глубинах не могут происходить из-за большого давления воды [2, 3]. Однако поднятые нами со дна Атлантического океана вулканические бомбы и лапилли доказывают именно эксплозивный характер подводных извержений. Анализ продуктов таких извержений показал, что горячий газонасыщенный пирокластический материал осаждался в рыхлые биогенные карбонатные осадки и приводил к преобразованию последних — спеканию с уплотнением, частичному или полному замещению первоначального карбонатного вещества алюмосиликатным [4] с образованием туффитов. В них пирокластический базальтовый материал цементирован измененным веществом органокарбонатных осадков. По этой причине в туффитах содержатся раковины фораминифер и другая фауна (рис. 1, а). Иногда на сохранившихся карбонатных раковинах наблюдаются небольшие капли вулканического стекла. Ещё более удивительным фактом является псевдоморфное замещение мягкого тела червя — полихеты или илоседа — вулканическим стеклом с сохранением кольчатости (рис. 1, б).

В том случае, когда излияние магмы происходило без взрыва и магма стекала по склонам молодого вулканического конуса на осадки, многочисленные пустоты в пузырчатой лаве заполнялись спёкшимися осадками, карбонатное вещество в которых практически полностью заместилось алюмосиликатами и оксигидроксидами железа. Но даже в этом случае в вулканитах можно обнаружить сохранившуюся фауну (рис. 2). Доказательством того, что эти раковины не попали в вулканиды после того, как магма остыла, служат следующие факты. Во-первых, раковины в механически не нарушенном состоянии находятся во внутренней части образцов вулкаников. Во-вторых, такие раковины в значительной степени обогащены

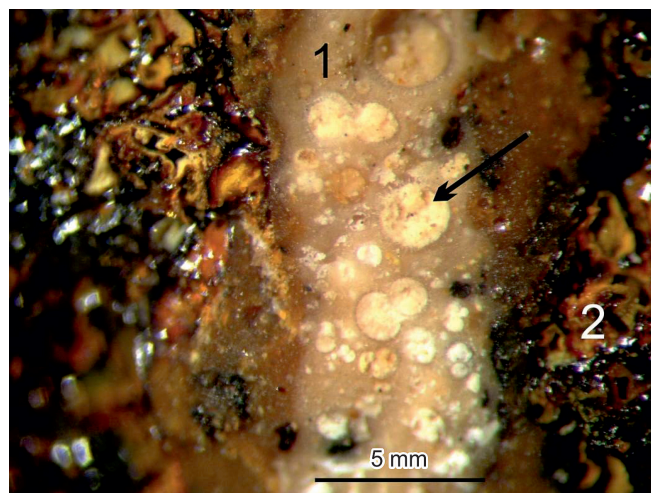


Рис. 2. Фрагмент трещины остывания в молодом базальте, заполненной осадками: 1 — цеолитизированный карбонатный осадок, стрелкой показаны кальцитовые оболочки раковин фораминифер; 2 — гибридная порода

Fig. 2. Fragment of a cooling crack in young basalt filled with sediments: 1 — zeolitized carbonate sediment, arrow shows calcite shells of foraminifera; 2 — hybrid rocks

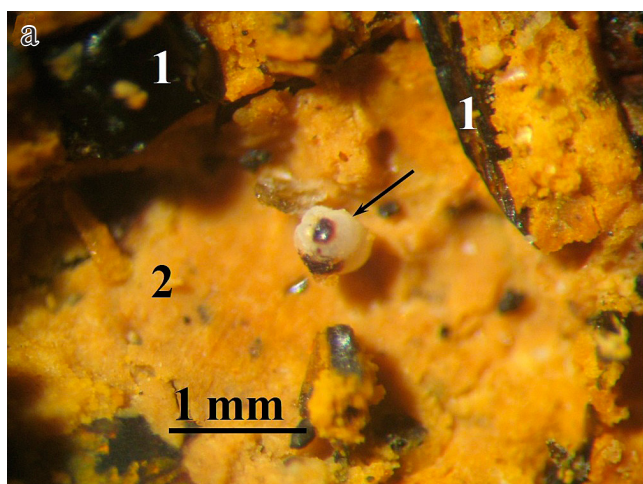
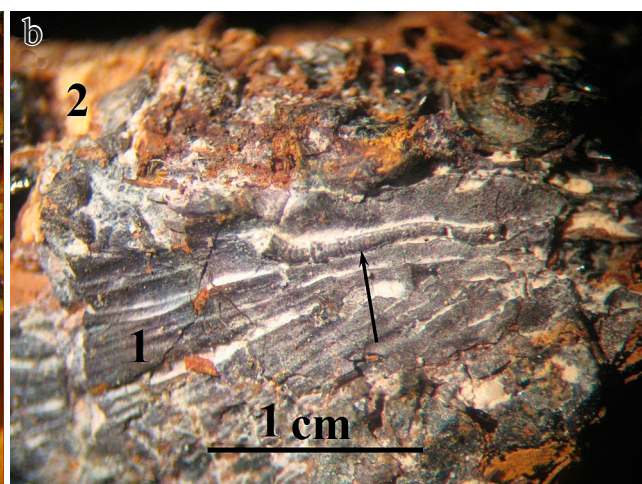


Рис. 1. Туффиты: а — с вулканическим стеклом (1) и практически полностью замещённым силикатами органокарбонатным осадком (2). Стрелкой показана кальцитовая раковина фораминиферы с небольшими застывшими каплями вулканического стекла на её поверхности; б — тело червя с хорошо сохранившейся кольчатостью, замещённое вулканическим стеклом (показано стрелкой) на частице вулканического стекла (1), погруженного в спёкшийся карбонатный осадок (2)

Fig. 1. Tuffites: a — with volcanic glass (1) and organic carbonate sediment almost completely replaced by silicates (2), arrow shows calcite shell of foraminifera with small frozen drops of volcanic glass on its surface; b — body of worm replaced by volcanic glass (shown by arrow) on a particle of volcanic glass (1) immersed in a sintered carbonate sediment (2)

химическими компонентами вулканических пород — SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO . В том случае, когда магма, поднимаясь из глубин, не прорывала осадки и затвердевала в них, мы видим спёкшиеся литифицированные осадки на поверхности базальтов. Между этими осадками и базальтом в зоне горячего контакта образуется гибридная порода, у которой пока даже нет названия [4]. В таких базальтах и даже в гибридной породе могут сохраняться кокколиты, фораминиферы и другая микрофауна.

Температура воды в придонном слое океанической воды в САХ практически везде одинакова и составляет примерно $+2^\circ\text{C}$. В результате внедрения в обводненные и относительно холодные органокристаллические осадки магматический расплав резко остывал, затвердевал и растрескивался. По образовавшимся трещинам в глубь затвердевшего, но еще горячего расплава проникал материал рыхлого обводнённого осадка. При взаимодействии магматического и карбонатно-осадочного материала происходило встречное изменение состава (гибридные породы в области горячего контакта). Но даже в таких экстремальных условиях раковины фораминифер сохранялись. Они в узнаваемом виде наблюдаются не только в трещинах остывания, но и в гибридных породах и в пустотах в базальтах. Но в двух последних случаях при сохранении форм раковин кальцит в них частично или полностью замещается силикатами.

Наличие микрофауны в базальтах является признаком, позволяющим отличать молодые базальты от базальтов, слагающих океанскую кору (рис. 3).



Рис. 3. Молодой базальт, в каверне которого сохранилась раковина фораминиферы. На раковине кристалл плагиоклаза. Свежий скол образца базальта

Fig. 3. Young basalt with a preserved foraminifera shell in the cavity. Plagioclase crystal on the shell. Fresh cleavage of a basalt sample

Под воздействием тепла (возможно, и летучих газов, выделяющихся из магмы) происходит спекание карбонатных осадков и их преобразование в цеолиты, часто в филлипсит. Это тоже очень важный момент. Многие исследователи полагают, что цеолиты в оке-

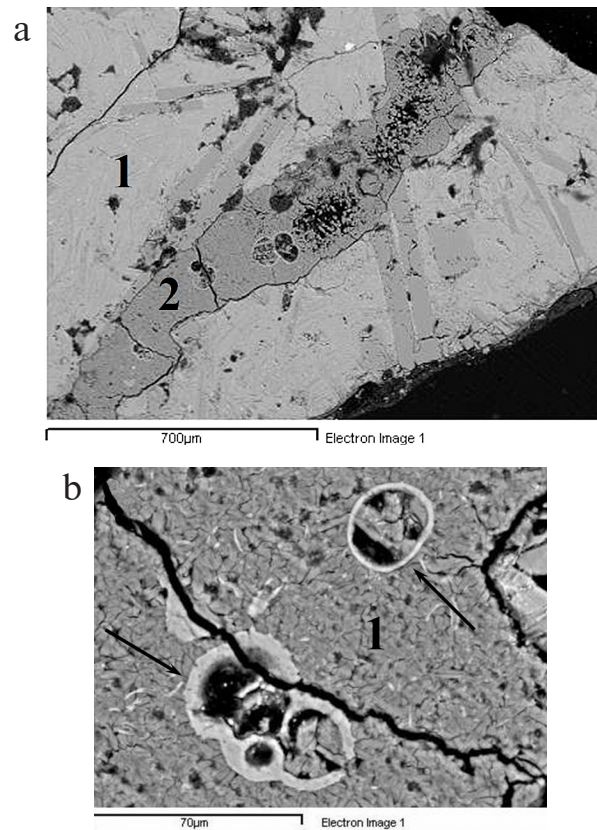


Рис. 4. Молодой базальт: а — базальт (1) с трещиной остывания (2), заполненной бывшим биогенным карбонатным осадком, полностью преобразованным в цеолит. В цеолите видны хорошо сохранившиеся раковины фораминифер; б — увеличенный фрагмент трещины остывания, кристаллы цеолита (1). Раковины фораминифер показаны стрелками. Электронный микроскоп. Прозрачно-полированный шлиф

Fig. 4. Young basalt: а — cooling crack (2) in basalt (1), filled with former biogenic carbonate sediment, completely transformed into zeolite. Well-preserved foraminifera shells are visible in the zeolite; б — enlarged fragment of a cooling crack. 1 — zeolite crystals. Foraminifera shells are shown by arrows. Electron microscope. Transparently polished section

анических условиях образуются только как результат взаимодействия вулканического стекла с морской водой. Однако на рудных полях исследуемого участка САХ образование цеолитов наблюдается только на горячих контактах молодых базальтов с карбонатными осадками, где цеолиты метасоматически замещают именно эти осадки, как на горячем контакте с базальтом, так и в трещинах остывания (рис. 2 и 4, а, б).

В таких осадках встречаются раковины фораминифер, почти нацело состоящие из вулканического стекла и цеолитов (рис. 5, а, б). Наличие в осадках таких раковин прямо подтверждает проникновение вулканического вещества в пелагические осадки.

Важным фактом является обнаружение реликтов фораминифер даже в ультраосновных породах — пикритах и пикробазальтах, что свидетельствует об их внедрении в пелагические карбонатные осадки, т. е. о вулканической природе этих магматитов. Правда, сам механизм внедрения еще не до конца понятен, непонятно также, на какой именно стадии происходила серпентинизация пикритов. Однако есть ощущение

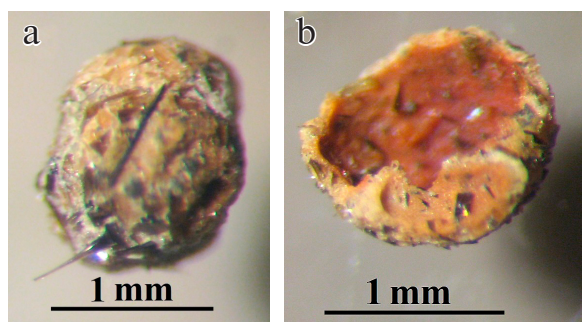


Рис. 5. Агглютированные раковины фораминифер с участка горячего контакта с замещенным вулканическим стеклом (тёмное) и цеолитами (светлое) первичного карбонатного вещества: а — целая раковина с прикреплённой иголкой стекла; б — половинка раковины

Fig. 5. Agglutinated foraminifera shells from the hot contact area, with substituted volcanic glass (dark) and zeolites (light) of primary carbonate matter: а — a whole shell with an attached glass needle; б — half of the shell



Рис. 6. Пикрит: а — трещина остывания, заполненная биогенными карбонатными осадками (показано стрелкой); б — увеличенный фрагмент. 1 — реликты оливина в серпентине, 2 — изменённый биогенный осадок в трещине остывания, стрелочками показаны раковины фораминифер

Fig. 6. Picrite: а — cooling crack filled with biogenic carbonate sediments (shown by arrow); б — enlarged fragment. 1 — relicts of olivine in serpentine, 2 — altered biogenic sediment in the cooling crack, arrows show foraminifera shells

ние, что так же, как в случае с молодыми базальтами, пикриты внедрялись в осадки уже в серпентинизированном состоянии. Это могло происходить двумя способами: 1) внедрением ещё не остывшего вещества и 2) в результате взрывного извержения с последующей седиментацией еще горячего пирокластического материала рыхлыми органогенно-карбонатными осадками с последующим образованием гибридного типа пород — серпентинитовых туффитов. Этот новый тип пород внешне напоминает уральские офиальциты и, возможно, является их аналогом (рис. 6, а, б; 7, а, б).

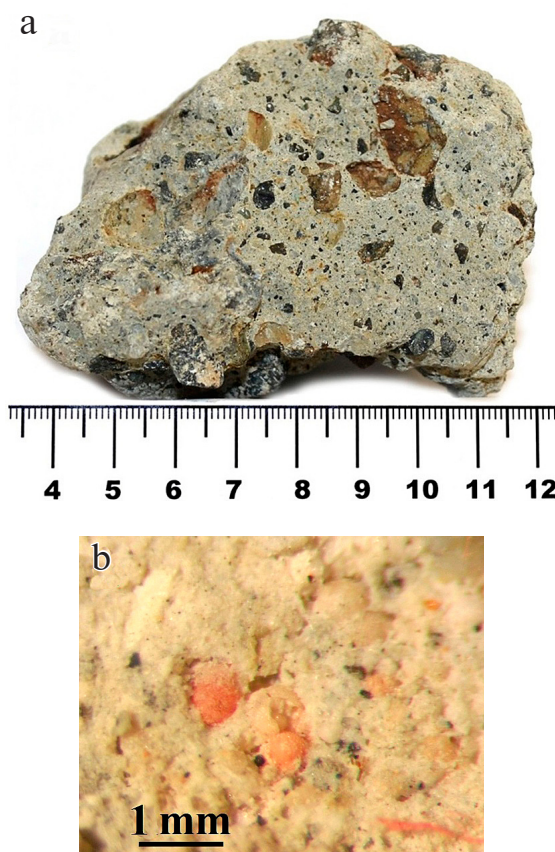


Рис. 7. Серпентинитовый туффит: а — внешний вид образца; б — увеличенный фрагмент, в карбонатном цементе видны фораминиферы, в том числе розовые

Fig. 7. Serpentinite tuffite: а — sample appearance; б — enlarged fragment, foraminifera, including pink ones, are visible in the cement

При реализации первого способа в остывавших пикритах образовывались трещины, заполняемые потом органогенно-карбонатным осадочным материалом. При этом отдельные раковины фораминифер сохранились почти в неизменённом виде. При взрывном способе извержения органогенный карбонат преобразуется в арагонит, магнезиальный кальцит и доломит, среди кристаллов которых тоже можно обнаружить реликты фауны.

На всех рудных полях PPP САХ гидротермальные процессы, так же, как и молодые вулканические процессы, происходили не в днище рифтовой долины, а на её бортах, где уже были накоплены биогенные карбонатные осадки. При этом рудные постройки, формирующиеся непосредственно в осадках, морфо-

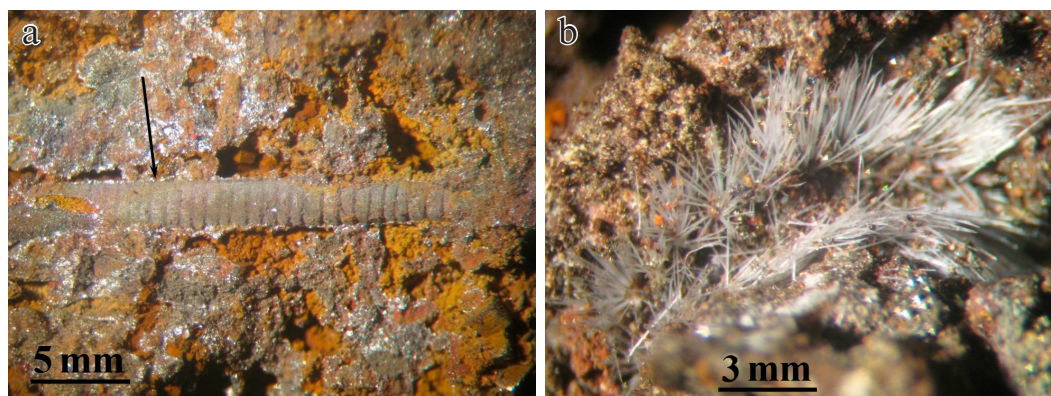


Рис. 8. Тело червя с хорошо сохранившейся кольчатостью (а), замещённое пиритом и марказитом в сульфидной руде (показано стрелкой), рыжее — оксигидроксиды железа, развившиеся по органокарбонатным осадкам, и тело полихеты (b), замещённое халькопиритом, с сохранившимися щетинками

Fig. 8. Body of worm with well-preserved annulation (a), replaced by pyrite and marcasite in sulfide ore (shown by arrow), red — iron oxyhydroxides, developed on organic carbonate sediments, and body of polychaete (b), replaced by chalcopyrite, with preserved setae

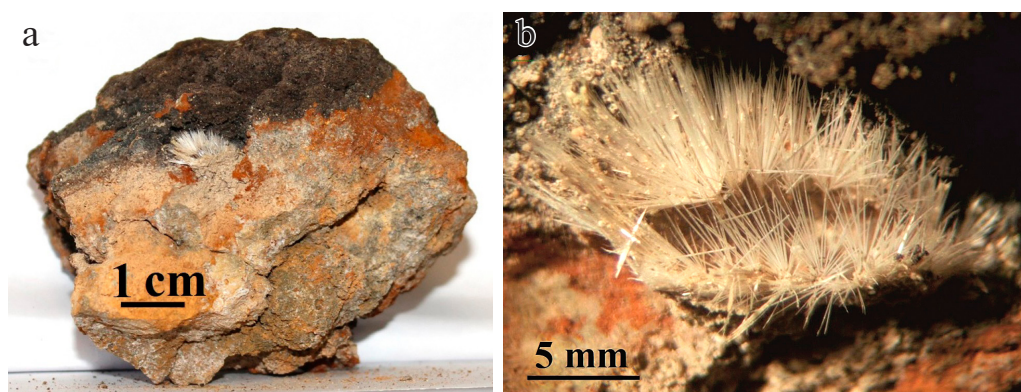


Рис. 9. а — кварц-опаловый метасоматит с сульфидами по органогенно-карбонатному осадку с псевдоморфозами по полихетам (показаны белой стрелкой), у которых хорошо сохранились щетинки ; b — щетинки полихеты, увеличенный фрагмент

Fig. 9. Quartz-opal metasomatite with sulfides after organogenic-carbonate sediment with pseudomorphs on polychaete (shown by a white arrow), in which setae are well preserved (a); b — polychaete setae, enlarged fragment

логически отличаются от труб чёрных курильщиков, образованных при выходе гидротермального раствора в воду. Руды, кристаллизация которых происходила в осадках, имеют более сложные формы выделений и характеризуются многоканальностью [5]. Для них характерны многочисленные остатки фауны, обычно замещённой сульфидами и/или опалом. Сульфидные псевдоморфозы образуются здесь не только по раковинам микрофоссилий, но и по мягкому телу червей (рис. 8, а, b). При этом иногда щетинки полихет сохраняются в первозданном виде, и, что важно, не на поверхности массивной руды, а во внутренней части, что было выявлено только при расколе образца. Большинство рудных полей РРР характеризуется наличием опал-кварцевых метасоматитов по биогенным карбонатным осадкам. Часто в них отмечается вкрапленность сульфидов, а также псевдоморфное сохранение форм микрофоссилий (рис. 9, а, b).

Заключение

Описываемые процессы сохранения прижизненных форм организмов в катастрофических для них условиях на рудных полях САХ носят массовый характер.

В результате проведенных исследований было выявлено пять новых фактов, не описанных ранее в литературе, посвящённой срединно-океаническим хребтам:

- 1) образование вулcano-пирокластических пород на глубинах свыше 2.5 км;
- 2) регулярное присутствие фауны в пирокластических породах, причём не только в их апоосадочном цементе, но и непосредственно в самом вулканическом веществе;
- 3) внедрение в органокарбонатные осадки уже серпентинизированных пикритов с сохранением реликтов фауны в трещинах остывания, заполненных органокарбонатным осадочным материалом;
- 4) существование новой разновидности туффигов, в которых несортированный пирокластический материал пикритового состава смешивается с материалом органокарбонатных пелагических осадков;
- 5) присутствие реликтов фауны в новой разновидности туффигов.

Выявленные факты сохранения прижизненных форм организмов в придонных вулканитах САХ имеют некоторую аналогию с хорошо изученными и описанными фактами сохранения прижизненных форм биоорганических остатков в продуктах континенталь-



ного вулканизма, например после катастрофического извержения вулкана Везувий в августе 79 года. Тогда в результате извержения на города Помпеи, Стабии и Геркуланум обрушились громадные массы раскаленной пирокластики, температура которой достигала 700 °С. Тела людей и животных под воздействием высокой температуры не сохранились, но остались пустоты, повторяющие форму тел, черты лиц и даже морщины на них. Всё это наводит на мысль, что живые организмы имеют информационное поле, позволяющее сохранить память их формы даже в весьма экстремальных условиях.

Литература

1. Богданов Ю. А., Лисицын А. П., Гурвич Е. Г. Гидротермальный рудогенез океанского дна. М.: Наука, 2006. 527 с.
2. Вулканы в океане (1 часть). URL: <http://www.mygeos.com/2010/12/09/vulkany-v-okeane-1-chast> (дата обращения: 15.12.2020).
3. Вулканы срединно-океанических хребтов. URL: https://studwood.ru/1289156/geografiya/vulkany_sredinno_okeanicheskikh_hrebtov (дата обращения: 12.12.2020).
4. Добрецова И. Г., Оськина Н. С. О взаимодействии базальтов с карбонатными осадками в районе 13–20° с. ш. Срединно-Атлантического хребта // ДАН. 2015. Т. 461. № 3. С. 307–311.

5. Gablina I. F., Dobretsova I. G. et al. Influence of Hydrothermal-Metasomatic Processes on the Formation of Present-Day Sulfide Ores in Carbonate Bottom Sediments of the Mid-Atlantic Ridge (19–20°N) // Lithology and Mineral Resources, 2017. V. 52. № 5. P. 335–344.

References

1. Bogdanov Yu.A., Lisitsyn A.P., Gurvich E.G. *Gidrotermalny rudogenez okeanskogo dna* (Hydrothermal ore genesis of the ocean floor). Moscow: Nauka, 2006, 527 p.
4. <http://www.mygeos.com/2010/12/09/vulkany-v-okeane-1-chast>
3. https://studwood.ru/1289156/geografiya/vulkany_sredinno_okeanicheskikh_hrebtov
2. Dobretsova I.G., Oskina N.S. *O vzaimodeistvii bazaltov s karbonatnymi osadkami v raione 13–20° s.sh. Sredinno-Atlanticheskogo khrebtta* (About interaction of basalts with carbonate sediments in the region of 13–20° N Mid-Atlantic Ridge). DAN, 2015, V. 461, No. 3, pp. 307–311.
5. Gablina I. F., Dobretsova I. G. et al. Influence of Hydrothermal-Metasomatic Processes on the Formation of Present-Day Sulfide Ores in Carbonate Bottom Sediments of the Mid-Atlantic Ridge (19–20° N). Lithology and Mineral Resources, 2017, V. 52, No. 5, pp. 335–344.

Поступила в редакцию / Received 14.12.2020

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ СТРУКТУР. СТАТЬЯ 2

Ю. Л. Войтеховский^{1,2}, А. А. Захарова¹, М. Д. Климоchenков³

¹ Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург

² Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты

³ Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва

Voytekhovskiy_YuL@pers.spmi.ru

Для целей моделирования и классификации структур и текстур биминеральных горных пород предложена диаграмма нового типа — барицентрический тетраэдр (p_{iii} , p_{ij} , p_{ij} , p_{jj}) вероятностей тернарных межзерновых контактов. Рассчитано положение линии равновесия Харди — Вайнберга. Установлены соответствия между полями и границами классификации в барицентрическом тетраэдре и ранее предложенном барицентрическом треугольнике (p_{ii} , p_{ij} , p_{jj}) вероятностей бинарных межзерновых контактов. Обсуждены перспективы классификации петрографических структур и текстур в барицентрическом тетраэдре на основе классификации Ньютона кривых 3-го порядка.

Ключевые слова: кристаллические горные породы, петрографические структуры и текстуры, равновесие Харди — Вайнберга.

MODELING PETROGRAPHIC STRUCTURES. PAPER 2

Yu. L. Voytekhovskiy^{1,2}, A. A. Zakharova¹, M. D. Klimochenkova³

¹ Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg

² Geological Institute FRC KSC RAS, Apatity

³ National University of Science and Technology «MISIS», Moscow

Voytekhovskiy_YuL@pers.spmi.ru

For the purposes of modeling and classification of structures and textures of bimineral rocks, a diagram of a new type is proposed — a barycentric tetrahedron (p_{iii} , p_{ij} , p_{ij} , p_{jj}) of probabilities of ternary intergrain contacts. The position of the Hardy-Weinberg equilibrium line is calculated. Correspondences between the classification fields and boundaries in the barycentric tetrahedron and the previously proposed barycentric triangle (p_{ii} , p_{ij} , p_{jj}) of the probabilities of binary intergrain contacts are established. The prospects for the classification of petrographic structures and textures in a barycentric tetrahedron based on Newton's classification of curves of the 3rd order are discussed.

Keywords: crystalline rocks, petrographic structures and textures, Hardy-Weinberg equilibrium.

Введение

Удачная феноменологическая классификация петрографических структур и текстур должна предусматривать возможность ее физической интерпретации. Исторический пример — теория кристаллического пространства с решетками Браве, правильными системами точек, федоровскими группами симметрии и т. д. С оговорками буквально в каждом законе, но кристаллохимия постепенно наполняет термодинамическим содержанием эту изначально геометрическую конструкцию. В горных породах обращают на себя внимание бинарные (2-мерные, по поверхностям), тернарные (1-мерные, по ребрам) и куотернарные (0-мерные, в точках) межзерновые контакты — дефекты структуры, зоны разрыва химических связей, каналы свободной энергии [1, 9]. После установления равновесия горной породы как физико-химической системы наступает период дополнительной минимизации свободной энергии ее межзерновых границ [2, 3]. Эффект столь значителен, что в мономинеральных горных породах (мраморах, кварцитах), фирновом льде, керамике, отоженных металлах и сплавах реа-

лизуется «структура Коксета» сухой пены (с толщиной стенок в одну молекулу H_2O) вопреки требованиям кристаллической решетки минеральной фазы [6].

В предыдущей статье даны примеры 2D-моделирования (в сечениях) биминеральных петрографических структур и текстур в барицентрическом треугольнике (p_{ii} , p_{ij} , p_{jj}) вероятностей бинарных межзерновых контактов, обсуждены их соотношения с линией равновесия Харди — Вайнберга [5, рис. 3]. Далее для целей моделирования и классификации структур и текстур предложена диаграмма нового типа — барицентрический тетраэдр (p_{iii} , p_{ij} , p_{ij} , p_{jj}) вероятностей тернарных межзерновых контактов. Рассчитано положение линии равновесия Харди — Вайнберга в нем, установлены соответствия между полями и границами классификации в обеих диаграммах.

Массивные текстуры и равновесие Харди — Вайнберга

«Массивная текстура, Науман — текстура пород зернистой структуры без особой ориентировки со-

Для цитирования: Войтеховский Ю. Л., Захарова А. А., Климоchenков М. Д. Моделирование петрографических структур. Статья 2 // Вестник геонаук. 2020. 12(312). С. 32—35. DOI: 10.19110/geov.2020.12.3.

For citation: Voytekhovskiy Yu. L., Zakharova A. A., Klimochenkova M. D. Modeling petrographic structures. Paper 2. Vestnik of Geosciences, 2020, 12(312), pp. 32—35, doi: 10.19110/geov.2020.12.3.



ставных частей, однородных во всех направлениях. См. беспорядочно-зернистая структура. <...> Беспорядочно-зернистая структура, Розенбуш — структура без определенной ориентировки зерен, т. е. одинаковая во всех направлениях; типичная структура пород массивной текстуры» [7, с. 42, 189]. Важно, что в приведенных определениях применительно к массивной текстуре (и, по-видимому, только к ней) категории текстуры и структуры отождествляются, ибо здесь составные части сводятся к минеральным зернам.

Но не только в этом состоит ее особенность. Среди петрографических структур и текстур массивная текстура — единственная, которая может быть определена строго как равновесие вероятностей p_{ij} ($i, j = 1, \dots, n$) Харди — Вайнберга разных межзерновых контактов при заданных вероятностях p_i минеральных зерен разных видов в n -минеральной горной породе:

$$(p_1 m_1 + \dots + p_n m_n)^2 = \sum p_{ij} m_i m_j = 1,$$

где $m_i m_j$ имеет смысл бинарного контакта минеральных зерен i -го и j -го видов, $p_{ii} = p_i^2$, $p_{ij} = 2p_i p_j$.

Для простейшего случая ($n = 2$) линия равновесия Харди — Вайнберга задается уравнением $p_{11} p_{22} = (p_{12} / 2)^2$ в барицентрическом треугольнике вероятностей (p_{11} , p_{22} , p_{12}) [5, рис. 3]. Неожиданность состоит в том, что массивные текстуры образуют не поле диаграммы (выше или ниже линии равновесия), а границу между ними, на которую фигуративная точка реальной текстуры (для которой подсчитаны вероятности p_{11} , p_{22} , p_{12}) попасть не может. Это кажется тем более странным, что массивные текстуры известны во всех классах горных пород (от кислых до ультраосновных). Строго говоря, отнесение текстуры к массивной — статистическая задача, решаемая с помощью критериев согласия [4].

Равновесие Харди — Вайнберга для тернарных контактов

Уже на примере биминеральных горных пород видно, что статистика тернарных межзерновых контактов более информативна, чем статистика бинарных контактов. Вероятности тернарных контактов (p_{111} , p_{112} , p_{122} , p_{222}) могут быть показаны в барицентрическом тетраэдре. При этом каждый тернарный контакт порождает три бинарных вполне определенного вида (рис. 1). Это позволяет установить соотношения между ними: $p_{11} = p_{111} + p_{112}/3$, $p_{22} = p_{222} + p_{122}/3$, $p_{12} = 2p_{112}/3 + 2p_{122}/3$.

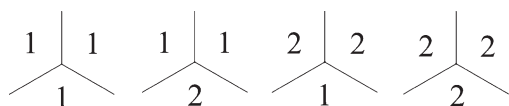


Рис. 1. Тернарные контакты однозначно определяют разнообразие бинарных

Fig. 1. Ternary contacts uniquely define the variety of binary contacts

Подстановкой этих значений в уравнение равновесия Харди — Вайнберга для биминеральной горной породы $p_{11} p_{22} = (p_{12} / 2)^2$ получим уравнение класси-

фицирующей поверхности (К-поверхности), разбивающей тетраэдр на две области:

$$(3p_{111} + p_{112})(p_{122} + 3p_{222}) = (p_{112} + p_{122})^2.$$

Ее следы на гранях барицентрического тетраэдра показаны на рис. 2.

Уравнение линии равновесия Харди — Вайнберга для полиминеральной горной породы в вероятностях тернарных контактов имеет вид:

$$(p_1 m_1 + \dots + p_n m_n)^3 = \sum p_{ijk} m_i m_j m_k = 1,$$

где $m_i m_j m_k$ имеет смысл тернарного контакта минеральных зерен i, j и k -го видов, $p_{iii} = p_i^3$, $p_{ijj} = 3p_i^2 p_j$, $p_{ijk} = 6p_i p_j p_k$. Для биминеральной горной породы: $p_{111} = p_1^3$, $p_{112} = 3p_1^2 p_2$, $p_{122} = 3p_1 p_2^2$, $p_{222} = p_2^3$. Линия равновесия лежит в К-поверхности (рис. 2).

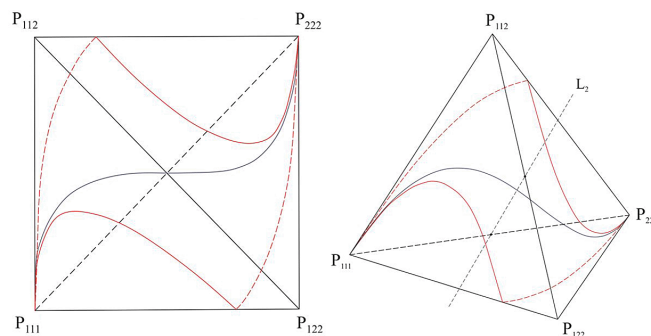


Рис. 2. К-поверхность (красные линии — следы на гранях тетраэдра) и линия равновесия Харди — Вайнберга (синяя) в барицентрическом тетраэдре во фронтальной (слева) и аксонометрической (справа) проекциях. К-поверхность и линия равновесия симметричны относительно оси L_2 тетраэдра

Fig. 2. K-surface (red lines — traces on the faces of the tetrahedron) and the Hardy-Weinberg equilibrium line (blue) in the barycentric tetrahedron in the frontal (left) and axonometric (right) projections. K-surface and the equilibrium line are symmetrical about the L_2 axis of the tetrahedron

Итак, линия равновесия Харди — Вайнберга является классификационной границей лишь для простейшего случая бинарных контактов в биминеральных горных породах, т. е. в барицентрическом треугольнике. Уже в барицентрическом тетраэдре, т. е. для тернарных контактов в биминеральных горных породах, а тем более для полиминеральных горных пород, независимо от типов контактов (бинарные или тернарные), она таковой не является. Но во всех случаях может быть построена К-поверхность, разбивающая соответствующую диаграмму (треугольник, тетраэдр, ... многомерный симплекс) на два поля, в которых равновесие Харди — Вайнберга нарушается в сторону моно- или полиминеральных межзерновых контактов. Именно их сочетание определяет все разнообразие петрографических структур и текстур.

Перспективы классификации

Два класса структур и текстур вряд ли удовлетворят петрографов даже в случае биминеральных горных пород. Каковы перспективы более детальной клас-

сификации в терминах вероятностей межзерновых контактов? Линия равновесия Харди — Вайнберга в барицентрическом треугольнике задана уравнением $p_{11}p_{22} = (p_{12}/2)^2$ и разделяет области, в которых фигуративные точки определяют эллипсы $p_{11}p_{22} > (p_{12}/2)^2$ или гиперболы $p_{11}p_{22} < (p_{12}/2)^2$ с общим уравнением центральной кривой 2-го порядка $\sum p_{ij} m_i m_j = 1$ ($i, j = 1, 2$). Эти линии названы нами структурными индикатрисами. (Очевидна аналогия с коноскопическими фигурами, которые суть результаты статистического взаимодействия луча света с атомами кристаллической решетки, преобразованные с помощью линз в геометрические образы. Переход из поля эллипсов в поле гипербол выглядит как удлинение эллипсов, их разрыв в любой точке линии равновесия Харди — Вайнберга в пару параллельных прямых и далее изгибание последних в ветви гипербол.)

Аналогично, барицентрический тетраэдр может быть разбит на области, в которых сохраняют свой топологический тип (число асимптот, ветвей, их взаимное или самопересечение, наличие изолированных точек, ...) структурные индикатрисы 3-го порядка, задаваемые общим уравнением $\sum p_{ijk} m_i m_j m_k = 1$ ($i, j, k = 1, 2$). Проблема состоит в адаптации классификации Ньютона кривых 3-го порядка на плоскости [8]. Некоторые из них показаны на рис. 3.

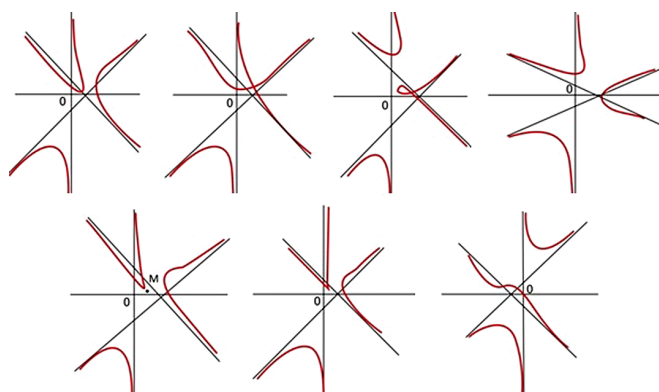


Рис. 3. Кривые 3-го порядка на плоскости

Fig. 3. Cubic curves on the plane

Выводы

Линия равновесия Харди — Вайнберга — математическое выражение массивной текстуры — образует не поле, а границу в любой барицентрической диаграмме: вероятностей бинарных или тернарных контактов в биминеральной или полиминеральной горной породе. Фигуративная точка структуры и текстуры реальной горной породы не может попасть на линию равновесия. Отнесение текстуры к массивной — статистическая задача, решаемая с помощью критериев согласия.

Лишь в простейшем случае (бинарные контакты в биминеральной горной породе) линия равновесия служит классификационной границей и разбивает барицентрический треугольник на два поля — с нарушением равновесия в сторону моно- или полиминеральных контактов. В барицентрическом тетраэдре

(тернарные контакты в биминеральной горной породе) рассчитана соответствующая К-поверхность, разбивающая его на два поля. Линия равновесия Харди — Вайнберга лежит в К-поверхности.

Перспектива детализации классификации структур и текстур горных пород по статистикам тернарных контактов видится в методе структурной индикатрисы. Для биминеральных горных пород он состоит в адаптации классификации Ньютона кривых 3-го порядка на плоскости, т. е. в указании соотношений между вероятностями ($p_{111}, p_{112}, p_{122}, p_{222}$) для отнесения структур и текстур к тому или иному типу.

Проблема строгого определения и классификации петрографических структур и текстур порождает нетривиальные математические задачи, что говорит о содержательности подхода. Криволинейные классификационные границы, выражающие межзерновые отношения в горных породах в терминах вероятностей, позволяют усомниться в корректности прямолинейных границ в аналогичных барицентрических диаграммах, принятых (обычно путем соглашения) для минеральных систем.

Авторы благодарят рецензентов за конструктивные замечания, способствовавшие более ясному изложению результатов.

Литература

1. Бельский В. З. Геометрико-вероятностные модели кристаллизации. Феноменологический подход. М.: Наука, 1980. 88 с.
2. Бродская Р. Л. Термодинамические (кинетические) критерии формирования и эволюции структуры минеральных агрегатов // Зап. ВМО. 1988. № 5. С. 623—633.
3. Вернон Р. Х. Метаморфические процессы. М.: Недра, 1980. 228 с.
4. Войтеховский Ю. Л., Захарова А. А. Массивная текстура горной породы: гранит массива Акжайляу, Казахстан // Труды XV Всерос. научн. школы «Математические исследования в естественных науках». Апатиты: К & М, 2018. С. 56—57. <https://doi.org/10.31241/MIEN.2018.15.07>
5. Войтеховский Ю. Л., Захарова А. А. Моделирование петрографических структур // Вестник геонаук. 2020. № 10. С. 38—42. <https://doi.org/10.19110/geov.2020.10.5>.
6. Жабин А. Г. Онтогенез минералов. Агрегаты. М.: Наука, 1979. 275 с.
7. Левинсон-Лессинг Ф. Ю., Струве Э. А. Петрографический словарь. М.: Гостеоиздат, 1963. 448 с.
8. Савелов А. А. Классификация Ньютона. Плоские кривые: систематика, свойства, применения. Москва — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. С. 44—53.
9. Салтыков С. А. Стереометрическая металлография. М.: Металлургия, 1958. 446 с.

References

1. Belenkiy V. Z. *Geometriko-veroyatnostnye modeli kristallizatsii. Fenomenologichesky podhod* (Geometric-probabilistic models of crystallization. Phenomenological approach). Moscow: Nauka, 1980, 88 pp.
2. Brodskaya R. L. *Termodinamicheskiye (kineticheskiye) kriterii formirovaniya i evolutsii struktury mineralnykh agregatov* (Thermodynamic (kinematic) criteria of formation and evolution



of mineral aggregates structures). Proc. Rus. Mineral. Soc, 1988, No. 5, pp. 623—633.

3. Vernon R. H. *Metamorficheskiye processy* (Metamorphic processes). Moscow: Nedra, 1980, 228 pp.

4. Voytekhoyskiy Yu. L., Zakharova A. A. *Massivnaya tekstura gornoy porody: granit massiva Akzhailau, Kazakhstan* (Massive texture of a rock: granite of the Akzhailau massif, Kazakhstan). Proc. 15th Rus. Sci. School «Math. Invest. in Natural Sci.». Apatity: K & M, 2018, pp. 56—57. <https://doi.org/10.31241/MIEN.2018.15.07>

5. Voytekhoyskiy Yu. L., Zakharova A. A. *Modelirovaniye petrograficheskikh struktur* (Modeling petrographic structures). Vestnik geonauk, 2020, No. 10, pp. 38—42. <https://doi.org/10.19110/geov.2020.10.5>.

6. Zhabin A. G. *Ontogeniya mineralov. Agregaty* (Ontogeny of minerals. Aggregates). Moscow: Nauka, 1979. 275 pp.

7. Levinson-Lessing F. Yu., Struve E. A. *Petrograficheskiy slovar* (Petrographic dictionary). Moscow: Gosgeolizdat, 1963, 448 pp.

8. Savelov A. A. *Klassifikatsiya Nyutona. Ploskiye krivyye: sistematika, svoystva, primeneniya* (Newton's classification. Flat curves: systematics, properties, applications). Moscow — Izhevsk: NIC «Regular and chaotic dynamics», 2002, pp. 44—53.

9. Saltykov S. A. *Stereometricheskaya metallografiya* (Stereometric metallography). Moscow: Metallurgy, 1958, 446 pp.

Поступила в редакцию / Received 07.12.2020



УДК 56:069.02

DOI: 10.19110/geov.2020.12.4

ФОНДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ ИМ. А. А. ЧЕРНОВА И ИХ ГЛАВНЫЙ ХРАНИТЕЛЬ

Т. М. Безносова

Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
beznosova@geo.komisc.ru

В статье приведена краткая характеристика фондов Геологического музея им. А. А. Чернова, включающих более 600 монографических и выставочных коллекций. Освещена исследовательская, просветительская, экспозиционно-выставочная деятельность хранителя фондов геологического музея научного сотрудника Лилии Раиковны Ждановой в связи с 60-летием. Охарактеризованы важнейшие направления ее деятельности и основные достижения, приведены основные публикации, включая уникальную монографию «Коллекция голотипов палеонтологического фонда Геологического музея им. А. А. Чернова», которая вышла в свет в 2020 году.

Ключевые слова: Геологический музей им. А. А. Чернова, палеонтологические коллекции, палеонтологический вид, голотип, имена исследователей в таксономических названиях, каталог, фонды музея.

REPOSITORIES OF A. A. CHERNOV GEOLOGICAL MUSEUM AND THEIR CHIEF CURATOR

T. M. Beznosova

Institute of Geology FRC Komi SC UB RAS, Syktывkar; beznosova@geo.komisc.ru

The paper briefly describes the repositories of the Geological Museum, consisting of more than 600 monographic and exhibition collections. The paper also highlights the research, educational, exposition and exhibition activities of a highly qualified researcher, curator of the Geological Museum named after A. A. Chernov Liliya Raikovna Zhdanova on the occasion of her 60th birthday. The most important directions of activity and main achievements of L. R. Zhdanova are characterized. Main publications are named, including the unique monograph «Collection of holotypes of the paleontological collection of the Geological Museum named after A. A. Chernov» published in 2020.

Keywords: paleontological collections, paleontological species, holotype, researchers' names in taxonomic names, catalog, museum repository.

Введение

В фондах геологического музея им. А. А. Чернова хранятся многочисленные геологические коллекции, которые на протяжении многих лет были собраны сотрудниками Института геологии Коми научного центра во время экспедиционных работ на территории Европейского Северо-Востока России и других регионов. Постановление об организации геологического музея Института геологии вышло 21 мая 1968 года. С 1985 года музей носит имя А. А. Чернова. М. В. Фишманом была предложена региональная направленность при комплектации фондов и экспозиции музея.

Научная организация музея была полностью завершена в 1994 году, и в этом же году музей был выделен в самостоятельное структурное подразделение на правах исследовательской лаборатории Института геологии Коми научного центра РАН.

Превращение музейного собрания в стройную систему научно организованных коллекций является довольно сложной задачей. Только полноцен-

ная научно-учетная документация может обеспечить создание этой системы, которая делает музейные фонды доступными для разнообразного использования. Система научно организованных коллекций создается постепенно, по мере осуществления классификации и систематизации музейных предметов. Проведение работы по объединению музейных предметов или коллекций в новые или включению в уже существующие тематические или типологические группы позволило приступить к созданию каталогов музейного фонда.

Каталогизация музейных фондов

На данный момент основной фонд музея состоит из более 600 монографических и выставочных коллекций, куда включены минералогические, палеонтологические, литологические и петрографические экспонаты. Динамика и содержание поступающих образцов отражают историю геологических интере-

Для цитирования: Безносова Т. М. Фонды геологического музея им. А. А. Чернова и их главный хранитель // Вестник геонаук. 2020. 12(312). С. 36—39. DOI: 10.19110/geov.2020.12.4.

For citation: Beznosova T. M. Repositories of A. A. Chernov Geological Museum and their Chief Curator. Vestnik of Geosciences, 2020, 12(312), pp. 36—39, doi: 10.19110/geov.2020.12.4.



сов сотрудников Института геологии, изложенных в книге М. В. Фишмана «Экспедиционные исследования Института геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук» [6].

Благодаря проведению широких минералогических исследований в музее собран богатый материал, позволяющий дать довольно полную общую минералогическую характеристику региона. Проведенная инвентаризация минералогического монографического фонда и анализ опубликованных материалов, содержащих новые данные по результатам исследований, позволил коллективу авторов, в том числе Л. Р. Ждановой, уточнить и расширить кадастр минералов северо-востока европейской части России. В изданной 2003 году работе [4] приведен сводный региональный кадастр минеральных видов и разновидностей, изложены результаты анализа его кристаллохимической и симметричной организации. В работе также выделены минералы, имеющиеся в музейном фонде.

В 2014 году Л. Р. Ждановой (рис. 1) совместно с коллегами составлен каталог монографических коллекций и опубликована работа [3], характеризующая монографический научный фонд Геологического музея им. А. А. Чернова. Издание содержит информацию о 591 монографически изученной коллекции с общим объемом 48 000 единиц хранения. Данная работа состоит из двух частей. Первая часть включает каталог авторов монографий в алфавитном порядке с указани-



Рис. 1. Лилия Раиковна Жданова — хранитель музея им. А. А. Чернова

Fig. 1. Lilia Raikovna Zhdanova — Curator of the Museum named after A. A. Chernov

ем названия работы, места и года издания, музейного номера коллекции. Вторая часть представляет собой книгу учета научных и выставочных коллекций с данными об авторах, содержании, возрасте, месте сбора и подробной информацией об объеме коллекций (количестве образцов, препаратов, шлифов и аншлифов). В каталоге также имеется подраздел, где весь фондовый материал сгруппирован по типам коллекций.

Первая публикация, касающаяся монографических палеонтологических коллекций музея Института геологии, была подготовлена к печати в 1980 году Д. М. Томовой. Каталог содержал сведения о 83 палеонтологических коллекциях Геологического музея Института [5].

В 2010-х годах продолжалась работа по систематизации палеонтологического фонда музея. Первым этапом работы над созданием каталога голотипов палеонтологического фонда музея можно считать статью [1] Л. Р. Ждановой «Имена геологов в названиях палеонтологических объектов» в Сыктывкарском палеонтологическом сборнике и дополненную новыми данными публикацию «Имена геологов в палеонтологических названиях (по материалам Геологического музея им. А. А. Чернова)» в журнале «Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН» [2].

Л. Р. Ждановой был изучен и обобщен большой фактический материал (фондовые и литературные источники) по увековечиванию памяти известных геологов. Изучение фондового материала, включающего 370 монографических палеонтологических коллекций Геологического музея А. А. Чернова, позволило выделить в отдельный блок музейного фонда собрание новых видов, которые названы именами ученых зарубежья и России, в том числе сотрудников Института геологии Коми научного центра УрО РАН. Материал помещен в систематической последовательности: сначала флора, затем фауна. Для представителей первой указана принадлежность к крупным систематическим подразделениям разного ранга, для второй — к типу или подтипу животного мира. Палеонтологические объекты расположены в алфавитном порядке названий родов. Возраст отложений, к которым приурочены находки, и данные о географическом распространении таксона приведены по данным, указанным автором таксона. Примечательно, что все описанные объекты имеют привязки к коллекциям и к месту хранения.

Этим публикациям дал высокую оценку член-корреспондент Российской академии наук А. И. Жамойда в письме в редакцию журнала «Вестник Института геологии»:

«... В особенности благодарен Вам за регулярное получение номеров «Вестника», где почти всегда нахожу что-то интересное для себя.

Вот, например, в мартовском номере — статья Л. Р. Ждановой (к сожалению, не знаю имени-отчества) «Имена геологов в палеонтологических названиях». Такую, можно назвать, благодарную работу начал проф. ЛГУ Г. Я. Крымголец с дочерью Н. Г. Крымголец (была ученым секретарем Палеонтологического общества). Она и выпустила в 2000 г. уникальную книгу.

Л. Р. Жданова в «Сыктывкарском палеонтологическом сборнике» опубликовала небольшую, как бы заявочную, статью на эту тему (Вып. 7. 2014. С. 87–99. Тр. ИГ. Вып. 129). И вот теперь напечатан результат большой кропотливой работы, которой приходится только восхищаться: указаны, в честь кого назван вид, возраст и местонахождение голотипа, № коллекции, литературный источник, дано изображение. Извлечениями из статьи может быть дополнена книга Крымголец.

Л. Р. Жданова заканчивает свою статью следующим: «В дальнейшем планируется создание полного каталога голотипов, хранящихся в геологическом музее». Если это будет осуществляться, то хвала и честь Вашему Институту.

Новых успехов Геологическому институту.

**Вице-президент Палеонтологического общества
А. Жамойда.**

Материалы объемного труда по систематизации материала послужили основой монографии «Коллекция голотипов палеонтологического фонда Геологического музея им. А. А. Чернова», изданной Л. Р. Ждановой в соавторстве с И. С. Астаховой в 2020 году. В монографии приведены результаты изучения материалов палеонтологического фонда Геологического музея им. А. А. Чернова, состоящего из 370 коллекций фанерозойской флоры и фауны, собранных на территории северо-востока европейской части России. Каталог содержит сведения о 101 монографически описанной коллекции, включающей 401 типовой экземпляр видов, которые являются международными таксономическими эталонами. В работе дано краткое описание истории формирования палеонтологических коллекций. Приводится полный список новых видов, названных в честь ученых, и краткое представление научной деятельности каждой персоны. Изложены результаты анализа представительности коллекции и доступности информации о ней.

Заключение

В заключение необходимо отметить важную научно-исследовательскую, организационную и боль-



Рис. 2. Л. Р. Жданова и экспозиции музея

Fig. 2. Curator of the collections



Рис. 3. Экскурсия для Г. К. Каспарова, 2008 г.

Fig. 3. Excursion in the museum with G. K. Kasparov, 2008



Рис. 4. Награждение Л. И. Ждановой почётной грамотой в канун 40-летия Музея им. А. А. Чернова, 2008 г.

Fig. 4. Rewarding L. I. Zhdanova with a Certificate of Merit on the eve of the 40th anniversary of the Museum named after A. A. Chernov, 2008

шую популяризаторскую работу по сохранению геологического наследия и пропаганде геологических знаний, которая проводится Л. И. Ждановой и сотрудниками Геологического музея им. А. А. Чернова.

Лилия Раиковна Жданова, являясь сегодня главным хранителем музейного фонда, следит за состоянием и хранением музейных коллекций (рис. 2), обеспечивает сотрудникам института и других организаций возможность работы с архивными и научными коллекциями. Как исследователь, она внесла большой личный вклад в создание научных каталогов музея, в организацию новых выставочных залов «Ноев ковчег», «Самоцветы», «Палеонтология». Результаты исследований Л. И. Ждановой приведены в 50 публикациях и трех монографиях. Лилия Раиковна ежегодно проводит более 70 тематических экскурсий для посетителей музея (рис. 3), активно участвует в обновлении тематических экспозиций и в организации временных выставок. Умная и доброжелательная, Лилия Раиковна пользуется искренним уважением и признанием коллектива Геологического музея и Института геологии имени академика Н. П. Юшкина (рис. 4).

Литература

1. Жданова Л. Р. Имена геологов в названиях палеонтологических объектов в музее Института геологии КНЦ УрО РАН // Сыктывкарский палеонтологический сборник. 2014. № 7. С. 87–99.
2. Жданова Л. Р. Имена геологов в палеонтологических названиях (по материалам Геологического музея им. А. А. Чернова) // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. 2018. № 3 (279). С. 38–49.
3. Жданова Л. Р., Астахова И. С., Иевлев А. А. Фонды Геологического музея им. А. А. Чернова. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2014. 130с.
4. Кадастр минералов Европейского Северо-Востока России как отражение минеральной организации геологических комплексов / В. И. Силаев, П. П. Юханов, С. И. Плоскова, Л. Р. Жданова и др. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2003. 76 с.



5. Каталог монографических палеонтологических коллекций музея Института геологии Коми филиала АН СССР. Сыктывкар, 1980. 32 с.

6. Фишман М. В. Экспедиционные исследования Института геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Сыктывкар, 2000. 368 с.

7. Юшкин Н. П. Очерки об ученых. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. 368 с.

References

1. Zhdanova L. R. *Imena geologov v nazvaniyakh paleontologicheskikh obyektoy v muzee Instituta Geologii KNC UrO RAN* (Names of geologists in the names of paleontological objects in the museum of the Institute of Geology of Komi SC UB RAS). Syktyvkar paleontological collection, 2014, No. 7, pp. 87–99.

2. Zhdanova L. R. *Imena geologov v paleontologicheskikh nazvaniyakh (po materialam Geologicheskogo muzeia im. A. A. Chernova)* (Names of geologists in paleontological names (based on the materials of the Geological Museum named after A. A. Chernov)). Vestnik of the Institute of geology Komi SC UB RAS, 2018, No. 3 (279), pp. 38–49.

3. Zhdanova L. R., Astakhova I. S., Ievlev A. A. *Fondy Geologicheskogo muzeia im. A. A. Chernova* (Repositories of the Geological Museum named after A. A. Chernov). Syktyvkar: IG Komi SC UB RAS, 2014, 130 p.

4. *Kadastr mineralov evropeiskogo Severo-Vostoka Rossii kak otrazhenie mineral'noi organizatsii geologicheskikh kompleksov* (Inventory of minerals of the European North-East of Russia as a reflection of the mineral organization of geological complexes). V. I. Silaev, P. P. Yukhtanov, S. I. Ploskova, L. R. Zhdanova et al. Syktyvkar: IG Komi SC UB RAS, 2003, 76 p.

5. *Katalog monograficheskikh paleontologicheskikh kollektov muzeia Instituta geologii Komi filiala AN SSSR* (Catalog of monographic paleontological collections of the Museum of the Institute of Geology of the Komi branch of the USSR Academy of Sciences). Syktyvkar, 1980. 32 p.

6. Fishman M. V. *Ekspeditsionnye issledovaniia Instituta geologii Komi Nauchnogo centra Uralskogo otdeleniia Rossiiskoy akademii nauk* (Expeditionary research of the Institute of Geology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences), Syktyvkar, 2000, 368 p.

7. Yushkin N. P. *Ocherki ob uchenykh* (Essays about scientists). Yekaterinburg: Publication department UB RAS, 2013, 368 p.

Поступила в редакцию / Received 15.12.2020

ТРАДИЦИОННАЯ ВСТРЕЧА МИНЕРАЛОГОВ**Юшкинские чтения — 2020, Сыктывкар, 7–10 декабря 2020 г.* Информационный отчет****Traditional Meeting of Mineralogists****Yushkin Readings — 2020, Sykttyvkar, December, 7–10, 2020**

The Institute of Geology, named after Academician N. P. Yushkin, FRC Komi SC UB RAS hosted the conference with international participation «Modern problems of theoretical, experimental and applied mineralogy (Yushkin Readings — 2020) from 7 to 10 December 2020 (www.geo.komisc.ru/2020).

The organizers were the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Russian Academy of Sciences (RAS), Russian Mineralogical Society (RMS), Institute of geology named after Academician N. P. Yushkin FRC Komi SC UB RAS (IG FRC Komi SC UB RAS). The conference was supported by the RFBR (project 20-05-20023). The Conference Proceedings of a total volume of 408 pages with 230 presented reports become the main conference result.



Российская конференция с международным участием «Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшкинские чтения — 2020) состоялась с 7 по 10 декабря 2020 г. на площадке Института геологии имени академика Н. П. Юшкина ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (www.geo.komisc.ru/2020).

Организаторами конференции выступили: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Российская академия наук (РАН); Российское минералогическое общество (РМО); Институт геологии имени академика Н. П. Юшкина ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН). Конференция прошла при поддержке РФФИ (проект № 20-05-20023). Основным результатом конференции стал сборник трудов объемом 408 с, в котором опубликовано 230 докладов.

Организационный комитет: А. М. Асхабов — академик РАН, ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия (председатель); С. В. Кривовичев — чл.-корр. РАН, ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты; Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург (сопредседатель); Д. А. Шушков — к. г.-м. н., ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар (ответственный секретарь). Члены комитета — ведущие ученые России.

В состав программного комитета вошли: Ю. Б. Марин — чл.-корр. РАН, Горный универси-

тет, Санкт-Петербург (председатель); О. Б. Котова — д. г.-м. н., ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар (сопредседатель); А. В. Понарядов — ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар (ответственный секретарь); члены комитета — ведущие ученые России и мира, работающие в области наук о Земле.

Конференция была посвящена актуальным и дискуссионным вопросам фундаментального и прикладного характера, стоящим сегодня перед минералогической наукой. Цель конференции — представление новейших результатов минералогических и взаимодействующих с минералогией междисциплинарных исследований, инновационных геоматериаловедческих разработок, обсуждение прогресса, достигнутого в последние годы в минералогии, и ее вклад в самые разные научные направления. Конференция является продолжением международных и российских минералогических семинаров (с 1976 года), регулярно проходящих на базе Института геологии имени академика Н. П. Юшкина ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, который имеет значительный опыт в организации форумов, научный и технический потенциал для их проведения, что, несомненно, способствовало высокому уровню проведения конференции.

Работа конференции проходила в очном, заочном форматах и онлайн. В конференции приняли участие порядка 400 специалистов из 30 федеральных

* По согласованию с РАН, РМО и РФФИ из-за карантина конференция была перенесена на полгода (с 19–22 мая), проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-05-20023).



и региональных научно-исследовательских институтов Российской академии наук, высших учебных заведений, реального сектора экономики Российской Федерации из Сыктывкара, Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, Черноголовки, Апатит, Ухты, Петрозаводска, Иркутска, Казани, Челябинска, Благовещенска, Улан-Удэ, Новосибирска, а также стран ближнего и дальнего зарубежья: Украины, Таджикистана, Узбекистана, Германии, Китая, Италии, Словении, Великобритании, Венгрии, Австралии, Румынии. В организационный и программный комитет вошли известные ученые из России, Беларуси, Венгрии, Китая, Болгарии, Германии, Бразилии, Испании, Португалии, Австрии, Турции. В конференции приняли участие 2 академика РАН, 2 члена-корреспондента РАН, доктора и кандидаты наук, инженеры, предприниматели, аспиранты и магистранты. Было заслушано 54 доклада, в том числе 11 пленарных. Все дни конференции работала стендовая сессия.

Сборник материалов конференции объемом 408 страниц включает в себя 230 докладов. Материалы конференции в электронном виде доступны на сайте Института геологии https://geo.komisc.ru/science_results/scientific-publication/proceedingofmeetings/meetings/2020-3/776-yushkinskie-chteniya-2020.



Пленарный доклад В. В. Щипцова

Plenary talk by V. V. Shchiptov

Церемония открытия состоялась 7 декабря в конференц-зале Института геологии. Конференцию открыл академик А. М. Асхабов, зачитав приветственные письма от ОНЗ РАН и РМО.

Научная программа конференции, состоявшая из 11 секций, традиционно охватила широкий круг фундаментальных проблем теоретической и прикладной минералогии, генетической минералогии и минералогической кристаллографии. Особое внимание было уделено теории и эксперименту в минералогии, актуальным вопросам наноминералогии и биоминералогии, получению новых материалов и рациональному использованию минералогического сырья.

Докладчики **пленарной сессии** отразили наиболее значимые проблемы минералогии и формирования наиболее активных междисциплинарных и прикладных ее направлений.

Анализ представленных **секционных докладов** показал, что участники затронули наиболее актуаль-



Пленарный доклад Е. А. Голубева

Plenary talk by E. A. Golubev

ные и проблемные вопросы наук о Земле. Секция «История, философия и методология минералогии» была посвящена теоретическим и эмпирическим подходам в минералогии, вопросам истории и философии.

На секции **«Генетическая минералогия. Типоморфизм минералов и минеральных ассоциаций. Генетико-информационная минералогия»** обсуждались фундаментальные проблемы генезиса минералов, были рассмотрены примеры использования морфологии, химического и изотопного состава породообразующих и аксессуарных минералов как источников генетической информации для расшифровки процессов кристаллогенезиса, а также новые данные о типоморфизме минералов и минеральных ассоциаций. На секции **«Минералогическая кристаллография и кристаллогенезис»** обсуждались основополагающие проблемы образования минералов и устойчивости минеральных структур, иерархии процессов роста кристаллов минералов и агрегации минерального вещества, а также новые подходы описания кристаллохимических особенностей изоморфизма минералов в реальных минералообразующих обстановках. На секции **«Конституция и свойства минералов. Физика минералов»** были рассмотрены актуальные проблемы теории и экспериментальных исследований минералов и их синтетических аналогов на микро-, нано- и атомном уровнях структурной организации, вопросы целенаправленной модификации свойств минерального вещества. Существенное внимание было уделено новейшим и классическим структурным и микроскопическим методам изучения кристаллических и аморфных минеральных образований. На секции **«Микронанодисперсное состояние минерального вещества. Наноминералогия»** были рассмотрены проблемы организации и механизмы формирования и эволюции минерального вещества микро- и наноразмерного уровней дисперсности, а также его особые физико-химические свойства. На секции **«Биоминералогия и биоминеральные взаимодействия. Органические минералы и минералоиды»** обсуждались фундаментальные проблемы биоминеральных образований, процессов биогенного минералообразования, были представлены результаты исследований углеводородов в природных геологических системах (включая



Арктическую зону), была рассмотрена роль биоминералообразования в формировании и эволюции литосферы. На секции «**Минералогия месторождений полезных ископаемых. Топоминералогия**» были представлены новые типы руд металлургических и неметаллических полезных ископаемых, минералогия технологических месторождений полезных ископаемых, современные методы исследования свойств минералов для прогнозирования технологических показателей и оценки качества минерального сырья, включая особенности освоения полезных ископаемых северных регионов. На секции «**Геоматериаловедение. Рациональное использование минерального сырья**» обсуждались актуальные проблемы технологической минералогии и природопользования с акцентом на особенности климатических зон Севера.

В 2020 году в научную программу добавилась секция, посвященная минералогии астероидов и метеоритов, на которой обсуждались результаты исследований минерального вещества природных объектов импактного метаморфизма и продуктов экспериментального моделирования ударных процессов, анализ особенностей минерально-фазового состава метеоритов.

На секции «**Музееведение. Основы сохранения геологической информации**» обсуждались вопросы деятельности геологических музеев как научных и просветительских центров, рассматривались проблемы хранения уникальных минералогических коллекций с введением новых технологических и информационных возможностей.

Все перечисленные направления соответствуют плану фундаментальных исследований Российской академии наук до 2025 года, утвержденному Правительством Российской Федерации.

Результаты исследований, продемонстрированные на конференции, имеют высокую научно-теоретическую и практическую значимость, в частности при синтезе функциональных материалов с заданными характеристиками (сорбентов, сенсоров, катализаторов, керамики и др.), в том числе для эксплуатации в экстремальных условиях, для нужд промыш-

ленности, сельского хозяйства, строительства, медицины, при решении экологических проблем (включая использование в Арктической зоне РФ).

Конференция проводится с целью обмена опытом между участниками, а также вовлечения новых знаний в процесс реализации исследований и разработок по приоритетным направлениям развития науки, которые определены Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации. Ряд представленных на конференции докладов был посвящен минералогическим исследованиям в Арктической зоне, что является составной частью выполнения государственных заданий в рамках программы «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации», утвержденной Президентом РФ. Особо следует отметить активное участие молодых специалистов и студентов в конференции, что способствует осуществлению федерального проекта «Развитие кадрового потенциала в сфере исследований и разработок». Следующую конференцию решено провести в г. Сыктывкаре в мае 2022 г.

Большой интерес участников вызвал семинар по технологической минералогии, который прошел после завершения программы конференции «Юшкинские чтения» на платформе ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Профессор Владимир Щипцов — председатель Комиссии по технологической минералогии РМО, заведующий отделом минерального сырья Института геологии КарНЦ РАН — представил развернутый доклад об истории технологической ми-

нералогии. Председатель семинара обратил внимание слушателей на предпосылки и причины развития данного научного направления, выделил основные этапы его формирования, рассказал о главных принципах и тенденциях развития технологической минералогии на сегодняшний день. Всего в рамках семинара было заслушано 15 докладов.

**Ответственный секретарь
программного комитета А. Понарядов**
**Ответственный секретарь организационного
комитета к. г.-м. н. Д. Шушков**



РОССИЙСКОЕ
МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
191000 Санкт-Петербург
В.О., 21-я линия, д. 2
Тел.: 328-86-40, 328-84-98

Председатель Оргкомитета
академику А.М. Асхабову

Глубокоуважаемые коллеги! От имени президиума Российского минералогического общества приветствуем вас с открытием конференции «Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии» (Юшкинские чтения – 2020) и проводимого в ее рамках XIII семинара «Минералогическая оценка твердых полезных ископаемых, проблемы рудообразования и обогащения минерального сырья».

«Юшкинские чтения» изначально задумывались их создателем как охватывающие проблемы минералогии «во всем пространстве ее слова», смело пересекающие границы и присоединяющие «ничейные территории». Такая установка неизбежно приводила к плодотворным дискуссиям. С удовлетворением отмечаем, что программа этого года столь же всеобъемлющая, и надеемся, что дискуссии будут способствовать гармоничному развитию всех разделов минералогии. Мы благодарны Оргкомитету и всем сыктывкарским минерологам за бережное сохранение традиций, заложенных Николаем Павловичем, и то уважение, которое они демонстрируют к своему успешному лидеру и учителю.

Сегодня мы живем в условиях, осложненных пандемией коронавируса. Отменены или отложены на неопределенный срок многие мероприятия, в том числе очередной съезд РМО. Наше Общество понесло существенные потери. Просим Оргкомитет найти в насыщенной программе членский адрес, чтобы отдать должное уважаемому коллеге и вместе с тем сделать акцент на том, что отделения РМО живут, о чем говорят представленные актуальные материалы.

Всем участникам «Юшкинских чтений – 2020» успешной работы и творческого вдохновения!

Президент РМО, чл.-корр. РАН Ю.Б. Марин
Вице-президент РМО, проф. Ю.Л. Войткевичский
02.12.2020



ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ

Участникам Российской конференции с международным участием
«Современные проблемы теоретической, экспериментальной
и прикладной минералогии» (Юшкинские чтения – 2020)

Уважаемые друзья и коллеги!

От имени Отделения наук о Земле Российской академии наук искренне рад приветствовать участников Российской конференции с международным участием «Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии» (Юшкинские чтения – 2020).

Конференция становится замечательной традицией регулярно проходящих на площадке Института геологии Коми НЦ УрО РАН с 1976 года минералогических совещаний и охватывает актуальные вопросы по фундаментальным и прикладным аспектам минералогии, включая месторождения полезных ископаемых, наноминералогии и биоминералогии, синтез новых материалов, рациональное использование минерального сырья, музейное наследие.

Уверен, что конференция, несмотря на непростые вызовы со стороны пандемии, пройдет на высоком уровне и участники смогут плодотворно поработать на благо наук о Земле.

Позвольте пожелать Вам продуктивных дискуссий, интересных идей, успехов в их практической реализации, новых открытий! Будьте здоровы!

С наилучшими пожеланиями,

академик-секретарь Отделения наук о Земле
Российской академии наук
академик РАН А.О. Глико



ЧЕРНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ — 2020

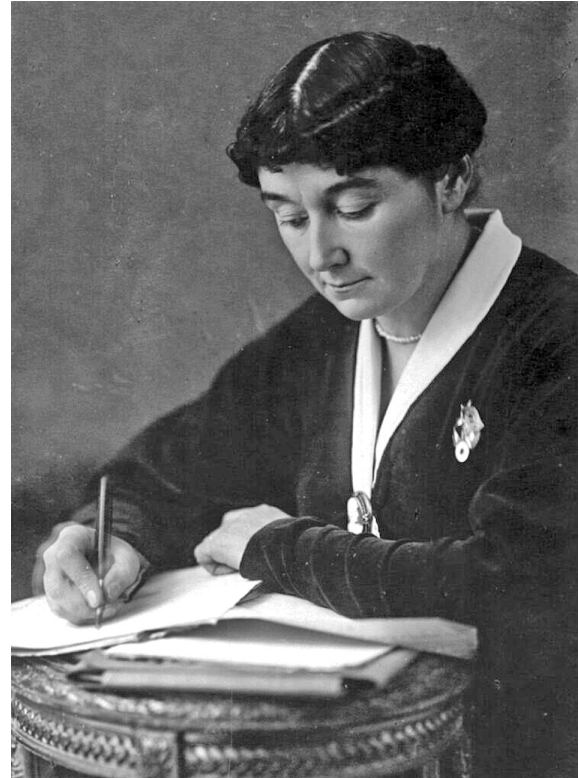
CHERNOV READINGS — 2020

On December 16 the Institute of geology FRC Komi SC UB RAS hosted the 34th Chernov Readings dedicated to the 130th anniversary of the outstanding geologist and teacher Vera Aleksandrovna Varsanofyeva (1890—1976). The program of the event included three reports on the life path and scientific heritage of the Honored Scientist of the RSFSR and the Komi ASSR, Corresponding Member of the USSR Academy of Pedagogical Sciences, Vice President of the Moscow Society of Naturalists, the first woman in our country to receive the degree of Doctor of geological and mineralogical sciences.

16 декабря в Институте геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН состоялись XXXIV Черновские чтения, посвященные 130-летию выдающегося геолога и педагога Веры Александровны Варсановьевой (1890—1976). Программа мероприятия включала три доклада о жизненном пути и научном наследии заслуженного деятеля науки РСФСР и Коми АССР, члена-корреспондента Академии педагогических наук СССР, вице-президента Московского общества испытателей природы, первой женщины в нашей стране, получившей степень доктора геолого-минералогических наук.

В докладе д. и. н. А. А. Бровиной (Отдел гуманитарных междисциплинарных исследований ФИЦ Коми НЦ УрО РАН) на основе архивных материалов был прослежен сыктывкарский период работы Веры Александровны. Из Москвы в Сыктывкар она приехала по приглашению одного из своих учителей, А. А. Чернова, и проработала здесь шестнадцать лет (1954—1970 гг.): с 1954 по 1961 гг. — в должности старшего научного сотрудника Коми филиала АН СССР, затем ИГ Коми филиала АН СССР; с 1961 по 1964 гг. — заведующей лабораторией геоморфологии и четвертичной геологии ИГ, создав известную и признанную в России и за рубежом школу геологов-четвертичников. Кроме того, Вера Александровна занималась изучением стратиграфии, тектоники и литологии разнофациальных каменноугольных отложений бассейна верхней Печоры.

Вклад В. А. Варсановьевой в исследования четвертичной геологии и геоморфологии Печорского края был отражен в докладе к. г.-м. н. Ю. В. Голубевой (ИГ Коми НЦ УрО РАН). В области геоморфологии Верой Александровной выполнены детальные описания карстовых форм рельефа и условий их образования, существенно изменена и дополнена «теория предгорной лестницы» В. Пенка, а также впервые по данным изучения геоморфологии четвертичных осадков проведен анализ развития рельефа западного и восточного склонов Северного Урала. В области четвертичной геологии В. А. Варсановьевой выявлено развитие двух материковых оледенений в пределах бассейна верхней Печоры, которые были сопоставлены с одновозрастными оледенениями Западной Европы и Западно-Сибирской низменности. В результате была восстановлена общая картина развития Печорского края на протяжении четвертичного времени.



К. г.-м. н. А. Н. Сандула (ИГ Коми НЦ УрО РАН) в своем выступлении отметил многогранность и глубину исследований Веры Александровны, большая часть которых проводилась на территории Республики Коми. В. А. Варсановьеву считают непревзойденным знатоком геологии Северного Урала. В своих полных дневниках она никогда не говорила о сложностях, связанных с работой в экспедициях, а только выражала восхищение первозданностью суровой, но прекрасной природы Севера и всегда выступала за её сохранение. Результаты исследований В. А. Варсановьевой изложены в более чем 130 работах, причем многие из них она писала доступным для широкого круга читателей языком, преследуя цель пробудить интерес к многообразным и сложным природным процессам и убедить в необходимости охраны природы. Книги, статьи, поэтические произведения Веры Александровны читаются на одном дыхании. По воспоминаниям многих ее современников, она была превосходным преподавателем и лектором и считала педагогику главным, более важным, чем научно-исследовательская работа, делом своей жизни.

В заключение директор ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН к. г.-м. н. И. Н. Бурцев известил о передаче группе «Научный архив» ФИЦ Коми НЦ УрО РАН более десяти папок с материалами (документами, картами, письмами) Веры Александровны из архива академика Н. П. Юшкина, которые наверняка позволят узнать новые факты биографии и научно-исследовательской деятельности знаменитой женщины-ученого. Также Игорь Николаевич напомнил, что до сих пор остается открытым вопрос об издании книги Веры Александровны «Времена года в Печоро-Илычском заповеднике» — «главной книги моей жизни», как называла ее сама автор. В трех главах книги излагается

обширный материал о геологическом строении, рельефе, гидрографии, климате, почвенном покрове, растительном и животном мире Печоро-Ильчского заповедника, накопленный при тесном сотрудничестве с зоологами, ботаниками и другими специалистами в течение 1946 г. Эта последняя крупная работа В. А. Варсанофьевой была написана в 1947 г., спустя 20 лет дополнена описанием изменений, произошедших в связи с сокращением территории заповедника в 1952 г., эксплуатацией лесов бывшей заповедной территории и т. д. Несмотря на столь длительную задерж-

ку публикации данной рукописи, она ничуть не потеряла своей актуальности. Хотелось бы выразить надежду, что труд, представляющий ценность как для специалистов — исследователей природы нашей республики, так и для широкого круга читателей, в скором времени удастся опубликовать.

Для тех, кто не смог лично поучаствовать в мероприятии, была возможность ознакомиться с докладами на Youtube-канале (<https://www.youtube.com/channel/UCRF5FqE1KnY2m0MB7N0Rorg>).

К. г.-м. н. Ю. Голубева



FIELD WORK 2020

Despite the current hard epidemiological situation in the country and the world, the Institute of geology of the Komi Science Center UB RAS could complete a short program of expeditionary researches in 2020. The geological teams collected materials and got necessary factual information on all the science areas developed at the Institute and on all approved research themes.

В связи со сложной эпидемиологической обстановкой в стране и мире в 2020 году Институт геологии Коми НЦ УрО РАН вынужден был изрядно сократить программу экспедиционных исследований (рис. 1). Из-за организационных трудностей и ограничений, возникших во время пандемии, фактически выехать в поле смогла только небольшая часть отрядов (7 геологических отрядов вместо 15 запланированных). Выезды в другие регионы, в отдаленные от населенных пунктов места пришлось отложить на будущий год. Также были перенесены экспедиции с участием иностранных коллег, не состоялась полноценная геологическая практика у студентов-геологов Сыктывкарского университета.

Те отряды, которым удалось выехать, обеспечили сбор материалов и получение необходимой фактической информации по всем научным направлениям, развиваемым в Институте, и по всем утвержденным темам НИР.

Геологический отряд №1 (нач. отряда В. В. Удоратин) работал в рамках темы НИР «Литосфера северо-востока Европейской платформы и севера Урала: вещественно-структурная эволюция, корреляция геологических событий, геодинамика, геохронология» (ГР № AAAA-A17-117121270035-0).

Целью работ геологического отряда являлось изучение тектонической активности зоны Вычегодско-Локчимского разлома Вычегодского прогиба (Корткеросский район Республики Коми). В результате проведения мониторинга объемной активности радона подтвердились высокие значения аномалии «Четдинская», которые составляют 2000—5000 Бк/м³ при стандартных фоновых значениях 250—400 Бк/м³ (в грунте), а также удалось детальнее локализовать контуры аномалии и проследить динамику изменения значений внутри аномалии. Выполненные исследования убедительно доказывают необходимость дальнейшего проведения мониторинга, поскольку природа радоновой аномалии «Четдинская» пока не ясна, а находится она вблизи населенного пункта Четдино.

Помимо этого, проводились работы в Свердловском районе Свердловской области. Здесь вместе с уральскими коллегами изучались геологическое строение и особенности геофизических полей крупных габбровых массивов — Кумбинского и Кытлымского — в связи с их платиноносностью (рис. 2). Нашими сотрудниками с целью выявления геофизических аномалий проводилась разномасштабная наземная магнитная съемка. Были получены характеристики-параметры магнитной восприимчивости пород, изучено влияние рельефа, тектоники, составлены карты графиков и изолиний аномального магнитного поля, построены объемные модели аномального магнитного поля, выделены участки слабомагнитных и сильномагнитных пород, а также участки с высоким содержанием титаномагнетита.

Геологический отряд № 2 (нач. отряда А. М. Шмакова) проводил исследования в рамках темы НИР «Литосфера северо-востока Европейской платформы и севера Урала: вещественно-структурная эволюция,

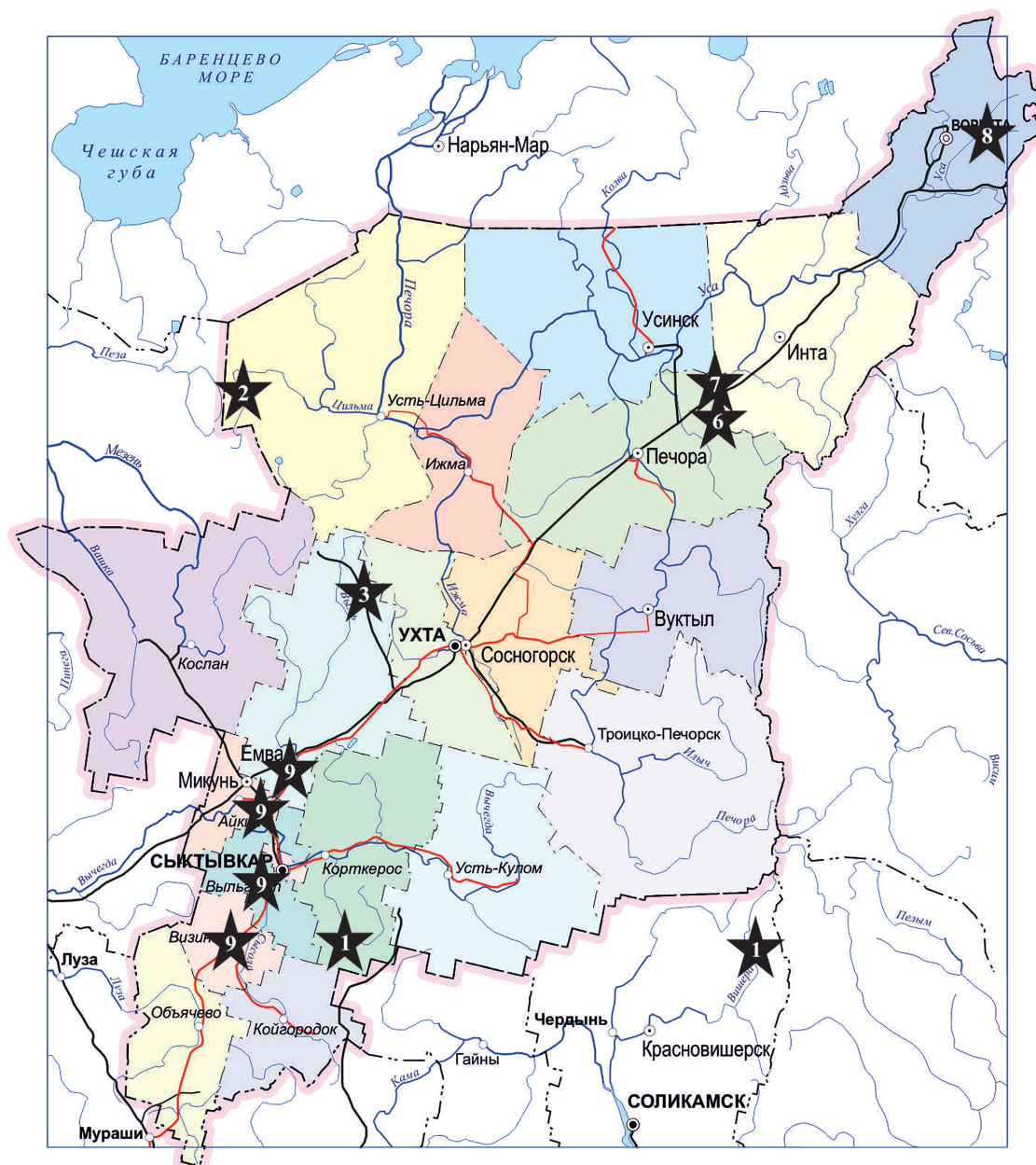


Рис. 1. Карта дислокации экспедиционных отрядов (цифры 1—9 соответствуют номерам отрядов)

Fig. 1. Map of field teams. Legend (numbers 1—9 correspond to unit numbers)

корреляция геологических событий, геодинамика, геохронология» (ГР № АААА-А17-117121270035-0).

Целью работ являлось выявление взаимоотношений вулканитов трапповой формации и формации щелочных вулканитов в верхнедевонских вулканогенно-осадочных отложениях валсовской свиты (D_3v) на Цилемском Камне Среднего Тимана (рр. Цильма, Мутная, Рудянка), поиск очагов извержений и установление их положения в разрезах валсовской свиты (D_3v) для лав и туфов трапповой и щелочной формации (Усть-Цилемский район Республики Коми).

В результате проведенных работ были изучены и опробованы эффузивные разности базальтов: гиллобазальты, мандельштейны и афанитовые базальты (рис. 3). Установлено два типа контактов базальтов с подстилающими породами — холодный и горячий. Выявлено зональное строение покровов: как правило, подошва сложена миндалекаменными разностями

ми, кровля содержит стекловатую примесь, центральная часть имеет однородное строение.

Исследованы отдельные выходы верхнедевонских терригенных пород, выделенные ухтинскими геологами-съемщиками в листовенничную, валсовскую, цилемскую и устьчиркинскую свиты.

Геологический отряд № 3 (нач. отряда М. Ю. Соколин) работал в рамках темы НИР «Минералообразование в различных геологических средах, конституция и свойства минералов, биоминералов и аморфных веществ, минералогия рудных районов и месторождений, кристаллогенезис, получение новых материалов на минеральной основе» (ГР № АААА-А17-117121270036-7).

Главной целью работ геологического отряда было выявление рудоконтролирующих, рудоносных геологических структур и тел, перспективных с точки зрения коренной золотоносности



Рис. 2. Гора Золотой Камень Кумбинского габбрового массива

Fig. 2. Zolotoy Kamen Mt. of Kumbinsky gabbro massif



Рис. 3. Коренные выходы базальтов на р. Н. Сенка

Fig. 3. Primary outcrops of basalts at the N. Senka river

в пределах Кыввожского золотороссыпного поля (Княжпогостский район Республики Коми) (рис. 4). Экспедиционные исследования проводились в 2 этапа. В ходе работ были выявлены закономерности развития вторичных изменений пород кыввожской и лунвожской свит. Установлена их приуроченность к зонам дезинтеграции, развитым на участках крутопадающих дизъюнктивных нарушений взбросового характера.

На 1-м этапе работ на Среднекыввожском и Кыввожском участках в 17 из 47 изученных бороздовых и точечных проб выявлено самородное золото тонкого гранулометрического класса. Однако результаты предварительного исследования морфологии полученного золота пока не позволяют однозначно отнести его к категории коренного. На 2-м этапе была проведена дополнительная детальная документация выявленных зон дезинтеграции с самородным золотом с бороздовым и точечным опробованием. Полученные результаты дают основание считать по крайней мере одну (т. н. 5310) из выявленных зон дезинтеграции потенциально продуктивной на коренное золото с линейной корой выветривания.



Рис. 4. Отмывка золота из сланцевого плотика Кыввожской россыпи

Fig. 4. Washing of gold from the shale raft of the Kyyvvozh placer

Геологический отряд № 6 (нач. отряда Д. Б. Соколев) проводил исследования в рамках тем НИР: «Литосфера северо-востока Европейской платформы и севера Урала: вещественно-структурная эволюция, корреляция геологических событий, геодинамика, геохронология» (ГР № АААА-А17-117121270035-0), «Биогеологические события и стратиграфия фанерозоя субарктической зоны Баренцевоморского региона, Тимана и западного склона Урала» (ГР № АААА-А17-117121140081-7), «Геология, условия формирования и нефтегазоносность осадочных комплексов северо-востока европейской части России, органическая геохимия нефтей и доманикитов» (ГР № АААА-А17-117121270033-6).

Целью исследований являлось обоснование положения уровня границы среднего и верхнего девона в региональной стратиграфической схеме нового поколения; установление биогеологических событий франско-турнейского интервала; выяснение стратиграфической упорядоченности разрезов средне-верхневизейской платамовой формации в бассейне р. Изъяель; проведение подробных геохимических исследований нижневизейских отложений по р. Изъяель и получение нового фактического материала по составу органического вещества доманикитов Тимано-Печорской провинции (Печорский район Республики Коми) (рис. 5).

В результате экспедиционных работ были изучены проявления глобальных геологических событий на франско-турнейском стратиграфическом интервале. Проведено литологическое изучение отложений визейского яруса нижнего карбона. По всей видимости, формирование изученных отложений происходило сначала в пределах прибрежной зоны морского бассейна, затем, после резкой трансгрессии, в области нижней сублиторали и далее, по причине медленной регрессии, в верхней сублиторали, возможно местами с ограничением водообмена. Кроме того, проведен отбор проб воды из рек Изъяю, Изъяель. Отобрана проба сероводородной воды из источника на р. Лунызьяель и газовая составляющая подводного источника на р. Изъяель.

Геологический отряд № 7 (нач. отряда И. С. Котик) проводил исследования в рамках темы НИР «Геология,



Рис. 5. Геологический десант

Fig. 5. Geological landing



Рис. 6. Отпечатки фауны в енганепэйской свите

Fig. 6. Fauna imprints in the Enganepe formation

условия формирования и нефтегазоносность осадочных комплексов северо-востока европейской части России, органическая геохимия нефтей и доманикитов» (ГР № АААА-А17-117121270033-6).

Целью экспедиционных работ было установление литолого-геохимических особенностей и условий образования силурийско-нижнедевонских и верхнедевонско-нижнекаменноугольных отложений, особенностей трещинного и порового пространства пород-коллекторов, распределения в разрезе нефтегазоматеринских пород и определение их генерационного потенциала (Печорский район Республики Коми); получение дополнительного материала для микро- и макрофаунистической характеристики изученных стратиграфических интервалов разреза.

В результате проведенных работ было выполнено послужное описание и опробование естественных выходов верхнесилурийских, нижне- и верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений. Установлены пористо-кавернозные интервалы (потенциальные коллекторы для углеводородов) в нижнедевонских отложениях. Данные коллекторы можно отнести к типу трещинно-каверно-поровых. Установлены нефтепроявления в силурийских и нижнедевонских отложениях в виде окисленных битумов в порах и кавернах, примазок твердого битума по плоскостям отдельности и в стилолитовых швах.

Было уточнено геологическое строение Изъяюского блока, выявлены многочисленные приразломные дислокации разрывных нарушений субмеридионального простирания. Полученные данные позволят составить обновлённую геологическую схему района.

Геологический отряд № 8 (нач. отряда Д. Н. Шиболкин) проводил исследования в рамках тем НИР «Литосфера северо-востока Европейской платформы и севера Урала: вещественно-структурная эволюция, корреляция геологических событий, геодинамика, геохронология» (ГР № АААА-А17-117121270035-0), «Литогенетические особенности и геохимия осадочных формаций северо-востока Европейской платформы» (ГР № АААА-А17-117121270034-3), «Научные основы эффективного недропользования, развития и освоения минерально-сырьевой базы, разработка и внедрение инновационных технологий, геолого-экономическое райони-

рование Тимано-Североуральского региона» (ГР № АААА-А17-117121270037-4).

Целью работ было литолого-геохимическое изучение верхнедокембрийских и палеозойских осадочных формаций и их пространственно-временных взаимоотношений; выявление особенностей строения нижнепалеозойских терригенных толщ в зоне контакта фундамент/чехол; детальное изучение позднедокембрийских магматических, метаморфических и метасоматических образований (Воркутинский район Республики Коми).

В результате проведенных исследований на северном склоне г. Южной были описаны и опробованы на различные виды анализа полимиктовые мелко- и среднегалечные конгломераты на контакте енганепэйской свиты и бедамельской серии. На р. Изъявож в зоне контакта протоуралид-тиманид и уралид опробованы локальные выходы псефитов основания манитаньрдской серии (E_3-O_1mn) и подстилающие отложения бедамельской серии (R_3-V_2bd), что позволит установить связь и степень влияния подстилающих вулканитов на формирование вещественного состава базальной части палеозойского разреза. На ручье Лев. Изъявож (2.2 км от устья) в поле развития основных вулканитов бедамельской свиты изучены коренные выходы туфогенно-осадочной толщи. В составе енганепэйской свиты в 2.4 км от устья р. Лев. Изъявож обнаружен и опробован слой мощностью около 0.5 м, содержащий конкреционные образования предположительно глинисто-карбонатного состава размером 8–15 см (рис. 6). В нижнем течении р. Янескеулектальба опробованы габбро из тектонических блоков в серпентинитовом меланже с целью уточнения их состава и установления геодинамической обстановки формирования и возраста. Детально опробованы кварц-карбонатные листовитоподобные метасоматиты, выходящие на поверхность в поле серпентинитов и развитые предположительно по блокам карбонатных пород бедамельской серии. Установлено, что субвулканические тела и дайки риолитов, метадолеритов, метагаббро-долеритов и субвулканических пород андезибазальтового состава бедамельской серии, интрузии габбро-долеритов леквожского комплекса в пределах массива Енганепэ характеризуются высокими физико-механическими

свойствами и пригодны для использования в качестве высокопрочного строительного камня.

Геологический отряд № 9 (нач. отряда Ю. А. Кокшарова) проводил экспедиционные работы в рамках темы НИР «Основные направления комплексной оценки и эффективного использования георесурсов Тимано-Североуральско-Баренцевоморского региона» (ГР № АААА-А19-119031390057-5).

Целью работ являлось изучение закономерностей формирования подземных вод водоносных систем в пределах Сысольского свода Волго-Уральской антеклизы, характеристика подземных вод среднеюрских отложений юга Республики Коми; исследования экологической ситуации в зоне влияния Сереговского месторождения каменной соли; выявление особенностей состава и структуры микроминералов, формирующихся в цианобактериальных сообществах (Сысольский, Сыктывдинский, Усть-Вымский и Княжпогостский районы Республики Коми).

Во время экспедиционных работ были проведены натурные обследования водозаборов централизованного водоснабжения Сысольского, Сыктывдинского

и Усть-Вымского районов РК (18 скважин). Обследованы подземные воды, отнесенные к песчанникам сысольской свиты (среднеюрские отложения), отобраны пробы воды. Проведены исследования с опробованием поверхностных вод бассейна реки Вычегды и ее притоков, Нювчимского водохранилища. Выяснено, что воды ультрапресные, химический состав преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый, насыщены железом и гумусовыми органическими веществами, с температурой до 25 °С. Проведены гидрохимические исследования в районе Сереговского месторождения каменной соли. Отобраны пробы загрязненных вод ручья Богодельского. Ранее были выявлены значительные площади засоления почв и природных (поверхностных и подземных) вод за счет природных и техногенных факторов. Для исследования современных биоминеральных образований, накапливающихся в водных средах, отобраны пробы: синезеленых водорослей из руч. Богадельского (с. Серегово), цианобактерий из Нювчимского водохранилища и из р. Вымь.

Мл. н. с. А. Шмакова

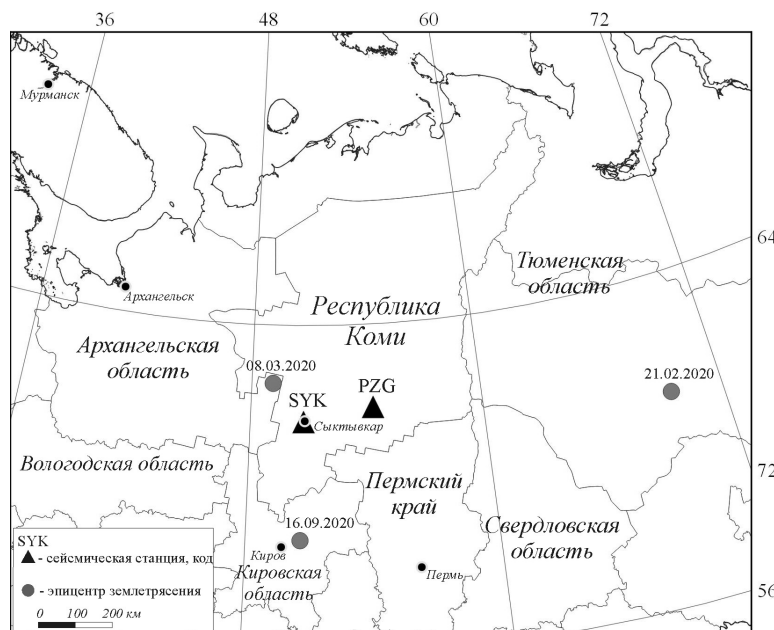
СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ В 2020 ГОДУ

Сейсмологический мониторинг на территории Республики Коми проводится сейсмическими станциями на базе Института геологии имени академика Н. П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН в г. Сыктывкаре и в с. Пожег Усть-Куломского района (см. рисунок). С 1 января по 31 декабря 2020 г. зарегистрировано 1226 телесеизмических событий, 4 инфразвуковых сигнала, вызванных падением створок ракеты-носителя «Союз-2.1», 13 горно-тектонических ударов Свердловской области и Пермского

края и 3 региональных землетрясения. 21 февраля 2020 г. землетрясение с магнитудой 4.1 произошло в Ханты-Мансийском автономном округе, 8 марта 2020 г. землетрясение с $M_L = 2.8$ зарегистрировано в Архангельской области, вблизи границы с Республикой Коми (Носкова Н. Н. Землетрясение 8 марта 2020 года в пределах Котласского грабена (Среднерусский авлакоген) // Вестник Геонаук. 2020. 6(306). С. 3–9. DOI: 10.19110/geov.2020.6.1) и 16 сентября 2020 г. зафиксировано землетрясение с $M_L = 3.2$ в Слободском районе Кировской области (Носкова Н. Н. Землетрясение 16 сентября 2020 г. в Кировско-Кажимском авлакогене // Вопросы инженерной сейсмологии. 2020. Т. 47, № 4. С. 92–100. <https://doi.org/10.21455/VIS2020.4-6>).

К. г.-м. н. Н. Носкова

SEISMOLOGICAL OBSERVATIONS IN THE NORTHEAST OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA IN 2020



Seismic monitoring on the territory of the Komi Republic is carried out by seismic stations at the Institute of geology named after Academician N. P. Yushkin, Komi SC UB RAS in Syktyvkar and in the village of Pozheg of the Ust-Kulom region (see Fig.). From January 1 to December 31, 2020, 1226 teleseismic events were registered, 4 infrasound signals caused by fall of the shutters of Soyuz-2.1 launch vehicle, 13 rockbursts of the Sverdlovsk region and Perm territory, and 3 regional earthquakes. On February 21,

2020, an earthquake with a magnitude of 4.1 occurred in the Khanty-Mansiysk Autonomous District; on March 8, 2020, an earthquake with $M_L = 2.8$ was recorded in the Arkhangelsk region, near the border with the Komi Republic (Noskova N. N. Earthquake on March 8, 2020 within Kotlaskygraben (Central Russian aulacogen) // Vestnik Geonauk. 2020. 6 (306). P. 3–9. DOI: 10.19110 / geov.2020.6.1) and on September 16, 2020 an earthquake with $M_L = 3.2$ was recorded in the Slobodsky district of the Kirov region (Noskova N. N. Earthquake of September 16, 2020 in the Kirov-Kazhim aulacogen, Voprosy Inzhenernoi Seismologii (Problems of Engineering Seismology). 2020.V. 47, No. 4. P. 92–100. <https://doi.org/10.21455/VIS2020.4-6>).

Cand. Sc. (Geology and Mineralogy) N. Noskova



УКАЗАТЕЛЬ МАТЕРИАЛОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В *Вестнике* В 2020 ГОДУ

Научные статьи	Номер	Стр.
Амосова О. Е., Машина Е. В., Шанина С. Н. Аминокислоты как биомаркеры фазового состава холелитов	10	22
Асхабов А. М. Приоритетные проблемы современной минералогии («минералогический список»)	5	24
Безносова Т. М. Фонды Геологического музея им. А. А. Чернова и их главный хранитель	12	36
Войтеховский Ю. Л. Из опыта преподавания. III. Кристаллография икосаэдрических вирусов	4	40
Войтеховский Ю. Л. Из опыта преподавания. IV. Три вопроса из курса кристалломорфологии	5	28
Войтеховский Ю. Л. Из опыта преподавания. V. Федоровские параллелоэдры	7	29
Войтеховский Ю. Л. Из опыта преподавания. VI. Симметрия бордюров	8	28
Войтеховский Ю. Л. Экспедиция братьев Кузнецовых на Полярный Урал	3	28
Войтеховский Ю. Л., Захарова А. А. Моделирование петрографических структур	10	38
Войтеховский Ю. Л., Захарова А. А., Климоченков М. Д. Моделирование петрографических структур. Статья 2	12	32
Ганнибал М. А. Модификация метода реконструкции концентраций гелия в глубинных подземных водах	2	3
Глухов Ю. В., Макеев Б. А., Сокерин М. Ю. Типоморфизм глубинных акцессорных минералов Вымской горстовой структуры (Средний Тиман). Оливин, пиропы	10	3
Голубева И. И. Комментарий к статье В. С. Шкодзинского «Происхождение магм как результат горячей аккреции Земли»	2	32
Гордон Ф. А., Дмитриева А. В. Самородное золото и флюидный режим формирования рудоносных пород проявления Раялампи (Хаутаваарская структура, Южная Карелия)	5	9
Добрецова И. Г. Псевдоморфозы по прижизненным формам организмов в современных вулканитах Срединно-Атлантического хребта	12	26
Зыкова Е. Н., Яковлев Е. Ю., Зыков С. Б., Очеретенко А. А., Лапиков П. И. Тяжелые металлы в пробах снега и грунтовых водах в окрестностях Северодвинского промышленного района	6	20
Казанцева А. С. Характеристика подземных вод в нижнепермских отложениях Соликамской впадины	8	18
Кокин А. В., Силаев В. И., Павлович Н. В., Киселёва Д. В., Слюсарь А. В. О соответствии распределения микроэлементов в составе современных бактерий закону периодичности космогеохимической распространенности химических элементов	7	3
Кориневский В. Г., Кориневский Е. В. Изотопные свидетельства магматической природы доломит-кальцитовых тел Ильменских гор и Пластовского района Южного Урала	11	3
Крылова В. А., Гертнер И. Ф. Особенности состава главных породообразующих минералов базальтов и ксенолита Канарского архипелага (Испания)	4	3
Кузнецов В. Г. Некоторые аспекты истории становления и развития научного сообщества по изучению ископаемых рифов в СССР и России	11	35
Кузнецов С. К., Сокерин М. Ю., Шуйский А. С. Минералого-геохимические особенности и рудоносность черных сланцев Среднего Тимана	5	3
Кулешевич Л. В. Благороднометалльные ассоциации, связанные с палеопротерозойским базит-гипербазитовым магматизмом Лапландско-Онежской провинции Карелии	9	14
Лютеев В. А. Пассивный сейсмический контроль оползневых смещений г. Воркуты	1	24
Малых О. Н. Особенности распределения крупных алмазов в россыпях ЮАР	6	10
Мамедов Дж. Г., Расулов З. Р. Новый подход в расчете наибольших расходов взвешенных наносов грязевых селей с учетом влияния основных природных факторов (на примере рек Малого Кавказа)	10	31
Мартыросян О. В. Есть ли янтарь на Среднем Урале?	6	27
Мартыросян О. В., Богдасаров М. А. С. Савкевич и его история янтаря	11	30
Мурзин В. В., Баданина И. Ю., Малич К. Н., Игнатьев А. В., Веливецкая Т. А. Изотопный состав серы вторичных Ru-Os-Ir-сульфидов и сульфоарсенидов Верх-Нейвинского дунит-гарцбургитового массива на Среднем Урале	9	7
Никулова Н. Ю., Лютеев В. П., Астахова И. С., Игнатьев Г. В., Куликова К. В., Лысюк А. Ю., Макеев Б. А., Сандула А. Н., Симакова Ю. С., Филиппов В. Н., Шуйский А. С. Минералого-петрографическая и геохимическая характеристики окисленного хондрита (пустыня Атакама, Чили)	4	9



Носкова Н. Н. Землетрясение 8 марта 2020 года в пределах Котласского грабена (Среднерусский авлакоген)	6	3
Орлова И. П., Капустян Н. К., Антоновская Г. Н., Басакина И. М. Возможности сейсмического оборудования для мониторинга основания железнодорожных путей в районах со сложными грунтовыми условиями	4	33
Пирогов Б. И., Ожогина Е. Г. Принципы и методы технологической минералогии при переработке твердых полезных ископаемых	2	11
Полюхова М. В., Чернышов А. И. Петрогеохимические особенности пород Котурского массива (Кузнецкий Алатау)	4	26
Понарядов А. В., Котова О. Б. Сорбция фосфора на лейкоксене	1	19
Пономаренко Е. С., Никулова Н. Ю. Литологические и геохимические особенности верхнеэмских (нижний девон) карбонатно-глинистых отложений на р. Илыч (Северный Урал)	8	10
Расцветаева Р. К., Чуканов Н. В., Пеков И. В., Варламов Д. А. Структурные особенности потенциально нового минерала группы эвдиалита из Ловозерского массива (Кольский полуостров)	1	3
Расцветаева Р. К., Чуканов Н. В., Шефер К. Na-доминантный в M2-позиции аналог эвдиалита: кристаллическая структура и индикаторное значение	9	19
Рахимов И. Р. Геохимические особенности пород рудоносного массива Малютка (Худозавовский комплекс, Южный Урал): свидетельства гидротермального перераспределения сидерофильных и халькофильных элементов	11	20
Рахимов И. Р. Минералогия и главные аспекты петрологии массива Малютка Худозавовского комплекса (Южный Урал)	1	8
Силаев В. И., Асхабов А. М., Хазов А. Ф., Юхтанов П. П. Янулов. К 100-летию воина и замечательного кристаллографа	3	33
Симакова Ю. С., Лютое В. П., Лысюк А. Ю. Кристаллохимическая характеристика глауконита Янгыско-Байгускаровской зоны (Башкортостан)	8	3
Соболев Д. Б. Остракоды пограничных отложений девона и карбона из опорного разреза на р. Ыджыд-Каменка (Печорская гряда)	12	3
Тарихазер С. А. Закономерности развития оползневых процессов в долине р. Атачай (Азербайджан)	1	31
Ташлыков В. С., Минина О. Р. Литогеохимическая характеристика верхнедевонской якшинской свиты (Западное Забайкалье)	5	17
Тимонина Н. Н. Вещественный состав нижнетриасовых песчаников северных площадей Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции	9	26
Уляшева Н. С., Шуйский А. С. Рудные минералы в метасоматитах харбейского метаморфического комплекса (Полярный Урал)	3	3
Хатькова А. Н., Никитина Л. Г., Патеюк С. А., Черкасов В. Г. Борогипс: минеральный состав, технологии переработки	3	22
Червяцова О. Я., Потапов С. С., Леонова Л. В., Бейкер Дж., Дбар Р. С. Минеральные отложения пещеры Холодный грот (Бзыбское ущелье, Абхазия) и изотопный состав углерода $\delta^{13}\text{C}$ и кислорода $\delta^{18}\text{O}$ карстогенных карбонатов	10	12
Чердниченко С. В. Минеральные ассоциации поздних процессов в кальцит-нефелин-полевошпатовом пегматите (Ильменогорский миаскитовый массив)	4	21
Шкодзинский В. С. Глобальная петрология по данным о горячей гетерогенной аккреции Земли	7	9
Шкодзинский В. С. Происхождение магм как результат горячей аккреции Земли	2	15
Шумилов И. Х., Тельнова О. П. История стратиграфического расчленения девонских отложений на Среднем Тимане	7	32
Юдович Я. Э., Кетрис М. П., Рыбина Н. В. Фосфор в карбонатных породах	3	14
Яковлев Е. Ю., Очеретенко А. А., Спиров Р. К., Мищенко Е. В., Жуковская Е. В. Применение метода моделирования по типу Монте-Карло для оценки погрешностей ^{210}Pb -датирования торфяных отложений Европейской Субарктики России (на примере Архангельской области)	7	18
Azovskova O. B., Soroka E. I., Rovnushkin M. Yu., Soloshenko N. G. Sm-Nd isotopy of the dykes of the Vorontsovskoe gold-ore deposit (Northern Urals)	9	3



Chikisheva T. A., Prokopyev S. A., Prokopyev E. S. Mineralogical evidence of the inevitable losses of tin during ore processing at the Pravourmiysky deposit (Khabarovsk Region)	6	15
Garkavi M., Fischer H.-B., Kolodezhnaya E. Crystallization features of calcium sulfate in the process of «artificial aging» (<i>Краткие сообщения</i>)	9	37
Shchemelinina T. N., Anchugova E. M., Kotova O. B., Sun S., Shushkov D. A., Gogonin A. V., Likhanova N. V., Zueva, Korchagina Yu. S. Why mineral carriers are necessary for microalgae	2	24
Zhuravlev A. V. Thermal degradation of carbon isotope composition of conodont organic matter: preliminary results (<i>Научное сообщение</i>)	2	29

Юбилей, даты

Астахова И. Старт геологического изучения Русского Севера (К 100-летию создания Северной научно-промысловой экспедиции)	2	34
Астахова И., Жданова Л. Алексей Иевлев (к 60-летию со дня рождения)	7	42
Научное наследие Ю. А. Ткачева. Памяти ученого (1935—2020)	10	43

Конференции

XXIX научная конференция «Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента»	4	48
Анонс конференции «Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии»	1	42
Голубева Ю. Черновские чтения — 2020	12	43
Информация для участников конференции «Геология рифов»	4	45
Информация для участников конференции «Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии»	4	45
Плотицын А. XXIX научная конференция «Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента»	11	46
Понарядов А. В., Шушков Д. А. Традиционная встреча минералогов (Юшкинские чтения — 2020)	12	40
Сандула А. Геология рифов — 2020. Варсановьева: 130 лет со дня рождения	7	39
Сандула А. Геология рифов — 2020. Итоги	7	37

Хроника, события, факты

Бурцев И. Н. Полевой сезон 2019 года	1	39
Антропова Е. Врио Главы РК посетил Институт геологии Коми НЦ УрО РАН	6	35
Астахова И., Безносков П. День открытых лабораторий в Институте геологии	2	33
Астахова И. Каменные цветы в Геологическом музее им. А. А. Чернова	3	44
Астахова И. Экспедиционные исследования сотрудников отдела геологии Базы по изучению Севера им. С. М. Кирова в годы Великой Отечественной войны	5	31
Асхабов А. С Днем геолога!	4	46
Безносков П. А. Неожиданная находка: девонская рыба из окрестностей Сыктывкара	8	32
Новые издания	1	43
Новые издания	9	40
Новые издания	11	47
Носкова Н. Сейсмологические наблюдения на северо-востоке европейской части России в 2020 году	12	48
Соляник В. А., Пахомова В. А., Тишкина В. Б. Каменные этюды	8	34
Соляник В. А. Морфологическое разнообразие рудных минеральных агрегатов из «продушин» месторождений Дальнегорска в музее Дальневосточного геологического института	6	31
Шмакова А. Полевые исследования 2020 года	12	44



АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Амосова О. Е.	10	22	Кузнецов В. Г.	11	35	Соболев Д. Б.	12	3
Антоновская Г. Н.	4	33	Кузнецов С. К.	5	3	Сокерин М. Ю.	5	3
Антропова Е.	6	35	Кулешевич Л. В.	9	14		10	3
Астахова И. С.	2	33	Куликова К. В.	4	9	Соляник В. А.	6	31
	2	34	Лапилов П. И.	6	20		8	34
	3	44	Леонова Л. В.	10	12	Спиров Р. К.	7	18
Астахова И. С.	4	9	Лысюк А. Ю.	4	9	Тарихазер С. А.	1	31
	5	31		8	3	Ташлыков В. С.	5	17
	7	42	Лютеев В. А.	1	24	Тельнова О. П.	7	32
Асхабов А. М.	3	33	Лютеев В. П.	4	9	Тимонина Н. Н.	9	26
	4	46		8	3	Тишкина В. Б.	8	34
	5	24	Макеев Б. А.	4	9	Уляшева Н. С.	3	3
Баданина И. Ю.	9	7		10	3	Филиппов В. Н.	4	9
Басакина И. М.	4	33	Малич К. Н.	9	7	Хазов А. Ф.	3	33
Безносков П. А.	2	33	Малых О. Н.	6	10	Хатькова А. Н.	3	22
	8	32	Мамедов Дж. Г.	10	31	Червяцова О. Я.	10	12
Безносков Т. М.	12	41	Мартиросян О. В.	6	27	Чередниченко С. В.	4	21
Бейкер Дж.	10	12		11	30	Черкасов В. Г.	3	22
Богдасаров М. А.	11	30	Машина Е. В.	10	22	Чернышов А. И.	4	26
Бурцев И. Н.	1	39	Минина О. Р.	5	17	Чуканов Н. В.	1	3
Варламов Д. А.	1	3	Мищенко Е. В.	7	18		9	19
Веливецкая Т. А.	9	7	Мурзин В. В.	9	7	Шанина С. Н.	10	22
Войтеховский Ю. Л.	3	28	Никитина Л. Г.	3	22	Шефер К.	9	19
	4	40	Никулова Н. Ю.	4	9	Шкодзинский В. С.	2	15
	5	28		8	10		7	9
	7	29	Носкова Н. Н.	6	3	Шмакова А.	12	48
	8	28		12	48	Шуйский А. С.	3	3
	10	38	Ожогина Е. Г.	2	11		4	9
	12	37	Орлова И. П.	4	33		5	3
Ганнибал М. А.	2	3	Очеретенко А. А.	6	20	Шумилов И. Х.	7	32
Гертнер И. Ф.	4	3		7	18	Шушков Д. А.	12	44
Глухов Ю. В.	10	3	Павлович Н. В.	7	3	Юдович Я. Э.	3	14
Голубева И. И.	2	32	Патеев С. А.	3	22	Юхтанов П. П.	3	33
Голубева Ю.	12	47	Пахомова В. А.	8	34	Яковлев Е. Ю.	6	20
Гордон Ф. А.	5	9	Пеков И. В.	1	3		7	18
Дбар Р. С.	10	12	Пирогов Б. И.	2	11	Anchugova E. M.	2	24
Дмитриева А. В.	5	9	Плотицын А.	11	46	Azovskova O. B.	9	3
Добрецова И. Г.	12	31	Полюхова М. В.	4	26	Chikisheva T. A.	6	15
Жданова Л.	7	42	Понарядов А. В.	1	19	Fischer H.-B.	9	37
Жуковская Е. В.	7	18		12	44	Garkavi M.	9	37
Захарова А. А.	10	38	Пономаренко Е. С.	8	10	Gogonin A. V.	2	24
	12	37	Потапов С. С.	10	12	Kolodezhnaya E.	9	37
Зыков С. Б.	6	20	Расулов З. Р.	10	31	Korchagina Yu. S.	2	24
Зыкова Е. Н.	6	20	Расцветаева Р. К.	1	3	Kotova O. B.	2	24
Игнатьев А. В.	9	7		9	19	Likhanova N. V.	2	24
Игнатьев Г. В.	4	9	Рахимов И. Р.	1	8	Prokopyev E. S.	6	15
Казанцева А. С.	8	18		11	20	Prokopyev S. A.	6	15
Капустян Н. К.	4	33	Рыбина Н. В.	3	14	Rovnushkin M. Yu.	9	3
Кетрис М. П.	3	14	Сандула А. Н.	4	9	Shchemelinina T. N.	2	24
Киселёва Д. В.	7	3		7	37	Shushkov D. A.	2	24
Климоченков М. Д.	12	37		7	39	Soloshenko N. G.	9	3
Кокин А. В.	7	3	Силаев В. И.	3	33	Soroka E. I.	9	3
Кориневский В. Г.	11	3		7	3	Sun S.	2	24
Кориневский Е. В.	11	3	Симакова Ю. С.	4	9	Zhuravlev A. V.	2	29
Котова О. Б.	1	19		8	3	Zueva	2	24
Крылова В. А.	4	3	Слюсарь А. В.	7	3			

Ответственный за выпуск:

А. М. Шмакова

Редакторы издательства:

О. В. Габова, К. В. Ордин

Компьютерная верстка:

А. Ю. Перетягин

Свид. о рег. средства массовой информации ПИ № ФС77-75435 от 19.04.2019, выданное Роскомнадзором. Отпечатано: 29.01.2021. Формат бумаги 60 × 84 1/8. Печать RISO. Усл. п. л. 6.5. Тираж 140. Заказ 1156. Учредитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (ФИЦ Коми НЦ УрО РАН). Редакция, издательство, типография: издательско-информационный отдел Института геологии имени академика Н. П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН). Адрес: 167982, Республика Коми, Сыктывкар, Первомайская, 54. Тел.: (8212) 24-51-60. Эл. почта: vestnik@geo.komisc.ru

На обложке использованы фото И. Астаховой, А. Перетягина, П. Безносков, П. Юхтанова, Е. Кушмановой.