

## Маркерные таксоны фораминифер для определения нижней границы серпуховского яруса на Урале и их корреляционный потенциал

Е. И. Кулагина<sup>1,2</sup>, Е. Ю. Башлыкова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии Уфимского научного центра РАН, 450077, г. Уфа, ул. К. Маркса, 16/2, e-mail: kulagina@ufaras.ru

<sup>2</sup>Казанский федеральный университет, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Поступила в редакцию 28.06.2019 г., принята к печати 14.10.2019 г.

**Предмет исследований.** Выбор маркера и глобального стратотипа нижней границы серпуховского яруса в настоящее время является одной из наиболее актуальных задач международной стратиграфии. В качестве маркера уже давно предложен вид конодонта *Lochriea zieglerei* в эволюционной линии *Lochriea nodosa* – *Lochriea zieglerei*. Однако этот маркер еще официально не принят. Фораминиферы широко используются для расчленения каменноугольных отложений и могут служить дополнительными вспомогательными маркерами. **Материалы и методы.** В статье рассматривается стратиграфическое распространение маркерных видов фораминифер *Janischewskina delicata*, *Neoarchaediscus postrugosus*, *Eolasioidiscus donbassicus*, *Monotaxinoides gracilis*, *Monotaxinoides subplanus*. Эти виды применяются для определения нижней границы серпуховского яруса в разрезах Урала и Восточно-Европейской платформы. **Результаты исследования.** Приведены данные о первоописании их голотипов. Сравнивается распространение фораминифер в разрезах верхнего визе и нижнего серпухова западного склона Урала (Кугарчи, Мурадымово, Ладейная), восточного склона Южного Урала (Верхняя Кардаилловка, Большой Кизил, Худолаз), типовых разрезов серпуховского яруса Московской синеклизы и скважин юго-востока Восточно-Европейской платформы. Сделан обзор опубликованной литературы по распространению маркерных видов в разрезах Западной Европы (Испания, Франция, северная Англия), Марокко, Казахстана, Китая, в том числе в разрезе Начин (Naqing). **Выводы.** В мелководных кораллово-брахиоподовых и биогермных фациях разрезов Урала могут встречаться одновременно два-три маркера, которые позволяют однозначно определить нижнюю границу серпуховского яруса. Однако в этих разрезах не встречены конодонты и аммоноидеи. Глубоководные цефалоподовые фации, содержащие конодонты, не благоприятны для фораминифер. В разрезах, в которых одновременно встречены и конодонты, и фораминиферы, появление маркерных таксонов фораминифер и конодонтов обычно не совпадает, однако расхождение небольшое. Относительно перечисленных маркерных таксонов можно сказать, что появление этих видов не установлено в отложениях древнее серпуховского возраста.

**Ключевые слова:** визейский ярус, серпуховский ярус, фораминиферы, маркеры, Урал, Восточно-Европейская платформа, глобальная корреляция

### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках научно-исследовательских работ государственного задания ИГ УФИЦ РАН (№ 0246-2019-0118) и частично за счет субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

## Foraminiferal marker taxa and their correlation potential for definition of the lower Serpukhovian boundary in the Urals

Elena I. Kulagina<sup>1,2</sup>, Elena Yu. Bashlykova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geology of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, 16/2 Karla Marksa st., Ufa 450077 Russia

<sup>2</sup>Kazan Federal University, 18 Kremlyovskaya st., Kazan 420008, Russia

Received 28.06.2019, accepted 14.10.2019

**Research subject.** The choice of the marker and the GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) of the base of the Serpukhovian is currently one of the most urgent tasks of international stratigraphy. The first appearance datum (FAD)

**Для цитирования:** Кулагина Е.И., Башлыкова Е.Ю. (2020) Маркерные таксоны фораминифер для определения нижней границы серпуховского яруса на Урале и их корреляционный потенциал. *Литосфера*, 20(3), 328–340. DOI: 10.24930/1681-9004-2020-20-3-328-340

**For citation:** Kulagina E.I., Bashlykova E.Yu. (2020) Foraminiferal marker taxa and their correlation potential for definition of the lower Serpukhovian boundary in the Urals. *Litosfera*, 20(3), 328–340. DOI: 10.24930/1681-9004-2020-20-3-328-340

of the conodont *Lochriea zieglerei* in the lineage *Lochriea nodosa* – *Lochriea zieglerei* is proposed as a global marker for the lower boundary of the Serpukhovian Stage of the International Stratigraphic Scale. Foraminifers are widely used for the subdivision of the Carboniferous deposits and can serve as auxiliary markers. *Materials and methods.* In this paper, the stratigraphic distribution of the foraminiferal marker species *Janischewskina delicata*, *Neoarchaediscus postrugosus*, *Eoliasiodiscus donbassicus*, *Monotaxinoides gracilis*, *Monotaxinoides subplanus* is discussed. These species are used to define the lower boundary of the Serpukhovian in the Urals and in the East European Platform. *Results.* Data on the first descriptions of their holotypes are summarized. The distributions of these species in the sections of the western slope of the Urals (Kugarchi, Muradymovo, Ladeinaya), the eastern slope of the South Urals (“Verkhnyaya” Kardailovka, Bolshoi Kizil, Khudolaz), the Serpukhovian type sections of the Moscow Syncline and the boreholes of the southeast of the East European Platform are compared. The published ranges of the marker species in the sections of Western Europe (Spain, France, and northern England), Morocco, Kazakhstan, and China, including the Naqing section are reviewed. *Conclusion.* In the shallow-water coral-brachiopod and bioherm facies of the Ural sections, two or three markers can be found simultaneously. In these sections, it is possible to unambiguously determine the lower boundary of the Serpukhovian. However, here, conodonts and ammonoids were not found. Deep-water cephalopod facies containing conodonts are not favorable for foraminifers. In sections where both conodonts and foraminifera are simultaneously encountered, the appearance of foraminiferal marker taxa and conodonts rarely coincide; however, the divergence is small. Regarding the marker taxa under study, their appearance has not been established in sediments older than those dated as the Serpukhovian.

**Keywords:** Visean, Serpukhovian, foraminifers, marker species, Urals, East European Platform, Global correlation

#### Funding information

This work was conducted within the framework of the state assignment of the State Program No. 0246-2019-0118 (IG UFRC RAS) and partly supported by the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University.

#### Acknowledgements

The authors are grateful to S.V. Nikolaeva for valuable advice in the process of writing this article.

## ВВЕДЕНИЕ

Вопрос о выборе глобального маркера и типового разреза для нижней границы серпуховского яруса является одним из актуальных вопросов стратиграфии каменноугольной системы. В настоящее время в качестве глобального маркера этой границы рассматривается вид конодонтов *Lochriea zieglerei* Nemirovskaya, Perret et Meischner в эволюционной линии *Lochriea nodosa* – *Lochriea zieglerei* (Wang, 2017). На статус глобального стратотипа нижней границы серпуховского яруса (лимитотипа) или GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point – Глобальный стратотип границы и точка) претендуют два основных разреза: Верхняя Кардаилловка на восточном склоне Южного Урала (Баймакский район Республики Башкортостан) (Richards et al., 2017) и разрез Начин (Naqing) в провинции Гуйчжоу, Южный Китай (Wang et al., 2017). Оба разреза представлены в относительно глубоководных склоновых фациях, содержащих конодонты. В качестве дополнительных опорных разрезов рассматриваются разрезы Милларо (Millaró) и Вегас де Сотрес (Vegas de Sotres) в Испании (Wang, 2017). Несмотря на то что предпочтение для глобальных маркеров отдается конодонтам как нектонным организмам, незначительно зависимым от фаций, фораминиферы являются важной группой для расчленения и корреляции разрезов и могут использоваться в качестве вспомогательных маркеров.

По результатам изучения стратотипа серпуховского яруса – карьера Заборье и разрезов Южного Урала в качестве видов-индексов нижней зоны серпуховского яруса для Общей стратиграфической

шкалы России (ОСШР) были предложены три вида фораминифер – *Neoarchaediscus postrugosus* (Reitlinger), *Janischewskina delicata* (Malakhova) и *Eoliasiodiscus donbassicus* Reitlinger (Кулагина, Гибшман, 2002). Вид *Neoarchaediscus postrugosus* был принят в качестве зонального вида-индекса основания серпуховского яруса ОСШР (Постановление..., 2003). Предложенные маркеры стали использоваться и в других регионах мира (Cózar et al., 2010; Groves et al., 2012). Кроме перечисленных видов для определения нижней границы серпуховского яруса применяются *Endothyranopsis plana* Brazhnikova, *Planoendothyra aljutovica* (Reitlinger), *Plectomillerella tortula* (Zeller), *Eostaffellina decurta* (Rauser-Chernousova), *Monotaxinoides gracilis* (Dain), *M. subplanus* (Brazhnikova et Jartzeva). Первое нахождение в разрезе FOD (first occurrence datum) видов *Janischewskina delicata*, *Neoarchaediscus postrugosus*, *Eoliasiodiscus donbassicus*, *Monotaxinoides gracilis* и других относительно первого появления маркерных таксонов конодонтов и аммоноидей (FAD, first appearance datum) рассмотрено С.В. Николаевой с соавторами (Nikolaeva et al., 2019) по типовым и опорным разрезам России: Новогуровский карьер Московской синеклизы (Gibshman et al., 2009; Kabanov et al., 2016), Ладейная Гора, Мариинский лог, Средний Урал (Пономарева, 2010; Ponomareva et al., 2015), Кугарчи, Южный Урал (Nikolaeva et al., 2017), Верхняя Кардаилловка, Южный Урал (Пазухин и др., 2010; Richards et al., 2017); Западной Европы (Cózar et al., 2010; C6zar et al., 2016); Китая (Groves et al., 2012). Однако разрезы, содержащие конодонты и аммоноидеи, как правило, представлены в фациях, неблагоприятных для фораминифер. Поэтому в настоя-

щей статье приведены данные о распространении фораминифер не только в относительно глубоко-водных, но и мелководных разрезах с богатыми комплексами фораминифер. Это разрезы восточного склона Южного Урала (Большой Кизил, Худолаз) (Кулагина, Гибшман, 2005; Степанова, Кучева, 2009), скважины юго-востока Восточно-Европейской платформы (Горожанина и др., 2007), разрез Актобе Казахстана (Жаймина и др., 2017), разрезы Монтань-Нуар Франции (Montagne Noire) (Vachard et al., 2016), Южного Китая (Groves et al., 2012; Sheng et al., 2018), Марокко (Cózar et al., 2011; 2014) (рис. 1).

#### ГРАНИЦА ВИЗЕЙСКОГО И СЕРПУХОВСКОГО ЯРУСОВ НА УРАЛЕ

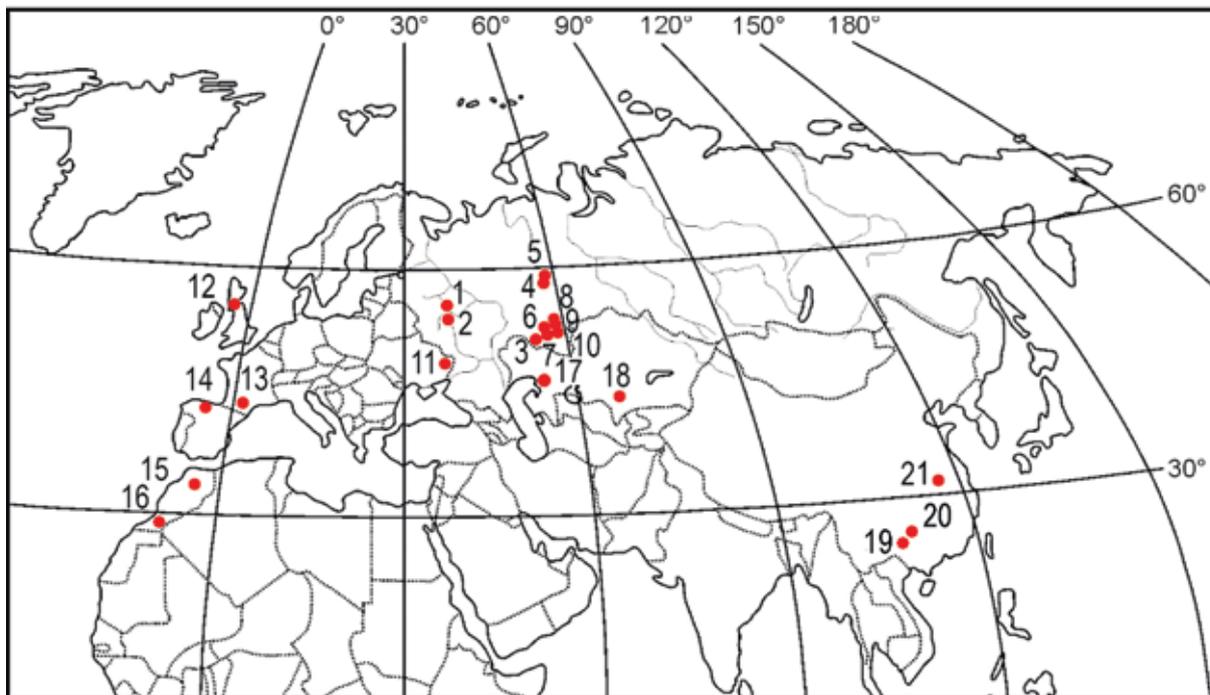
В стратиграфических схемах Урала (Стратиграфические схемы..., 1993) для **Западно-Уральского субрегиона** в визейском ярусе используются горизонты схемы Восточно-Европейской платформы (ВЕР), граница визейского и серпуховского ярусов соответствует границе между веневским и косогорским горизонтами и границе фораминиферных зон *Endothyranopsis sphaerica* – *Ikensieformis tenebrosa* (верхнее визе) и *Ikensieformis postproikensis* – *Asteroarchaediscus parvus* (серпуховский ярус). Нижняя граница серпуховского яруса на Урале проведена в соответствии с корреляцией этой границы с типовыми разрезами Московской синеклизы.

Косогорский горизонт – нижний горизонт серпуховского яруса Западно-Уральского субрегиона – имеет стратотип на Среднем Урале в разрезе Нижняя Губаха по р. Косью в восточном крыле Косогорской антиклинали, по которой он получил название (Щербаков, Девингаль, 1980). Однако в бассейне р. Косью наиболее полную палеонтологическую характеристику получил хорошо доступный для изучения разрез Ладейный лог (часть разреза горы Ладейной), который предложен в качестве гипостратотипа косогорского горизонта (Пономарева, 2010; Nikolaeva et al., 2019). Граница визе и серпухова в нем соответствует границе зон *Ikensieformis tenebrosa* – *Endothyranopsis sphaerica* и *Neoarchaediscus postrugosus* (или *Neoarchaediscus postrugosus* – *Janischewskina delicata* в более поздней публикации) и подтверждена конодонтами. В бассейне р. Косью также детально изучен разрез серпуховского яруса Мариинский лог (Ponomareva et al., 2015), однако в этом разрезе не вскрыт контакт визейского и серпуховского ярусов. На Южном Урале в Зилаирском синклинии в разрезе Кугарчи эта граница соответствует границе зон *Neoarchaediscus regularis* и *N. postrugosus* (Nikolaeva et al., 2017), первая зона, локальная, соответствует верхней части зоны *Eostaffella tenebrosa*. В этом разрезе также изучены конодонты, однако первое появление *Lochriea ziegleri* зафиксировано выше появления маркерных видов фораминифер.

В **Восточно-Уральском субрегионе** пограничные отложения визейского и серпуховского ярусов представлены в разрезах Янгелька (лог Таштуй), Худолаз, Большой Кизил, Агаповка, Шартым, Исеть, Реж (Плюснина и др., 1979; Плюснина, Иванова, 1983). Однако детальное распространение фауны по образцам опубликовано не по всем разрезам. Нижняя граница серпуховского яруса в Восточно-Уральском субрегионе отвечает границе между богдановичским и сунтурским горизонтами и совпадает с границей фораминиферных зон *Endothyranopsis sphaerica* – *Ikensieformis tenebrosa* – *Pseudoendothyra averinensis* (визейский ярус) и *Neoarchaediscus parvus* – *Eolasioiscus donbassicus* (серпуховский ярус) (Стратиграфические схемы..., 1993; Степанова, Кучева, 2009). Стратотип богдановичского горизонта – разрез бывшего Аверинского карьера (в настоящее время засыпан) – расположен на правом берегу р. Кунары у г. Богданович; парастратотип – разрез по р. Худолаз (Щербаков и др., 1990; 1994; Степанова, Кучева, 2006). Описание разреза верхневизейских-серпуховских отложений Аверинского карьера было сделано в 70-х гг. прошлого века (Гарань, Постоялко, 1975), когда для всего Урала применялась единая стратиграфическая схема (Унифицированные..., 1980). Разрез был послойно описан с выделением горизонтов схемы 1980 г., а именно губашкинского, ладейнинского с двумя подгорizontами (нижнеладейнинского и верхнеладейнинского), нижнегубашкинского в визейском ярусе и намюрского яруса.

При разработке стратиграфической схемы Урала нового поколения разрез Аверинского известнякового карьера был принят в качестве стратотипов аверинского и богдановичского горизонтов для Восточно-Уральского субрегиона. Однако описание данного разреза с современной стратиграфической схемой не было опубликовано. Можно полагать, что аверинскому горизонту соответствуют отложения, первоначально описанные в составе нижнеладейнинского подгорizontа обнажений 561 (слой 1) и 562, вскрытых в восточной части карьера (Гарань, Постоялко, 1975). В настоящее время они соответствуют зоне *Bradyina rotula* – *Ikensieformis ikensis* (Мизенс и др., 2012, с. 110). Богдановичскому горизонту, по всей видимости, соответствуют слои 2–5 обн. 561 в южной стенке и обн. 566 (слои 1–11) в северной стенке бывшего карьера общей мощностью 114.5 м, описанные ранее в составе верхнеладейнинского горизонта (Гарань, Постоялко, 1975). Эти слои перекрываются пачкой известняков сунтурского (первоначально нижнегубашкинского) горизонта (Гарань, Постоялко, 1975). Богдановичский горизонт в стратотипе охарактеризован фораминиферами зоны *Ikensieformis tenebrosa* – *Endothyranopsis sphaerica* (Мизенс и др., 2012, с. 110).

Граница визейского и серпуховского ярусов в этом разрезе по фораминиферам соответствует силь-



**Рис. 1.** Типовые и опорные разрезы пограничного визе-серпуховского интервала Евразии и Северной Африки.

1 – карьер Заборье, стратотип серпуховского яруса, Московский бассейн; 2 – карьер Новогуровский, опорный разрез серпуховского яруса; 3 – скважины крайнего юго-востока Восточно-Европейской платформы; 4 – Ладейная гора; 5 – Мариинский лог; 6 – Кугарчи; 7 – Мурадымово; 8 – Большой Кизил; 9 – Худолаз; 10 – Верхняя Кардаилловка; 11 – Донбасс; 12 – разрезы Великобритании; 13 – Монтань-Нуар; 14 – Вегас де Сотрес; 15 – Центральный Марокко (Адаруш, Акерчи); 16 – Южный Марокко, Тиндуф; 17 – Западный Казахстан, Тенгиз; 18 – Каратау, Актобе; 19 – Начин; 20 – Яшуй; 21 – Фэнхуаншань.

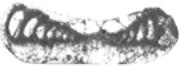
**Fig. 1.** Type and key sections of the Viséan-Serpukhovian boundary deposits of the Eurasia and North Africa.

1 – Zabor'e Quarry, stratotype of the Serpukhovian, Moscow Basin; 2 – Novogurovsky Quarry, Serpukhovian key section; 3 – boreholes of the South-East margin of Earst European Platform; 4 – Ladeinaya Gora; 5 – Mariinsky Log; 6 – Kugarchi; 7 – Muradymovo; 8 – Bolshoi Kizil; 9 – Khudolaz; 10 – Verkhnyaya Kardailovka; 11 – Donbass; 12 – sections in Great Britain; 13 – Montagne Noire; 14 – Vegas de Sotres; 15 – central Morocco (Adarouch, Akerchi); 16 – southern, Tindouf; 17 – West Kazakhstan, Tengiz; 18 – Aktobe. Karatau; 19 – Naqing; 20 – Yashui; 21 – Fenghuangshan.

ному обеднению богатого верхневизейского сообщества и появлению *Biseriella parva* (N. Tchernysheva) при отсутствии зональных видов. Стратотип сунтурского горизонта расположен по левому берегу р. Худолаз напротив оврага Сунтур (Кизильский район Челябинской области) (Щербаков и др., 1990, 1994; Степанова, Кучева, 2006), где граница между визейским и серпуховским ярусами отвечает границе между зонами *Endothyranopsis sphaerica* – *Ikensieformis tenebrosa* и *Janischewskina delicata* – *Eolasiodiscus donbassicus* (Степанова, Кучева, 2009).

В Восточно-Уральском субрегионе пограничный интервал визейского и серпуховского ярусов представлен преимущественно в карбонатном шельфовом типе разреза. Это разрезы кизильской свиты на Южном Урале (Кулагина, Гибшман, 2002; Степанова, Кучева, 2006), исетской свиты на Среднем Урале (Мизенс и др., 2012). На Южном Урале более глубоководная цефалоподовая фация представлена в раз-

резе Верхняя Кардаилловка, кандидате в GSSP серпуховского яруса. Нижняя граница, определенная в этом разрезе по конодонтам, близка к границе между зонами локальной *Endostaffella asymmetrica* и субрегиональной *Eolasiodiscus donbassicus* (Пазухин и др., 2010; Richards et al., 2017). Зональный вид *E. donbassicus Reitlinger* здесь не встречен, но найден вид *Hemidiscopsis muradymica* (Кулагина) (= *Eolasiodiscus muradymicus*). В разрезе Большой Кизил нижняя граница серпуховского яруса соответствует границе фораминиферовых зон *Ikensieformis tenebrosa* и *Neoarchaediscus postrugosus* – *Janischewskina delicata* (Кулагина, Гибшман, 2002, 2005). Таксоны, наиболее часто применяемые для определения этой границы в разрезах Урала и Восточно-Европейской платформы: *Janischewskina delicata* из отряда *Endothyrida*, представители отряда *Archaeodiscida* – *Neoarchaediscus postrugosus*, *Eolasiodiscus donbassicus*. *Monotaxinoides gracilis* и *M. subplanus*.

Маркеры фораминифер	ВИЗЕЙСКИЙ	СЕРПУХОВСКИЙ		Ярус
	Верхний (часть)	Нижний	Верхний (часть)	Подъярус
	Веневский Богдановичский	Тарусский Стешевский Косогорский Сунтурский	Протвинский Бражкинский Худолазовский	I II III Горизонт
 <i>Janischewskina delicata</i>	– cf.	– cf. _____ _____ _____ • - - - - - • _____	– cf. _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	ЗБ НОВ ЮВВЕП БКИЗ ХД VES NAN MN KZ F
 <i>Neoarchaediscus postrugosus</i>		• _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	ЗБ НОВ ЮВВЕП ЛАД КУГ ВК БКИЗ GB VES TIN АК MN F
 <i>Eolasiodiacus donbassicus</i>		_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	БКИЗ ХД VES
 <i>Monotaxinoides gracilis</i>		• • _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	КУГ СУЛ БКИЗ VES MN
 <i>Monotaxinoides subplanus</i>		_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	ДБ МУР БКИЗ VES MN

**Рис. 2.** Стратиграфическое распространение маркерных видов фораминифер в некоторых опорных разрезах Евразии и Северной Африки.

На фотографиях изображены маркерные таксоны серпуховского яруса: *Janischewskina delicata* – из скв. 20, юго-восток ВЕП, ×50; остальные виды – из разреза Большой Кизил, коллекция № 121 (ИГ УФИЦ РАН), ×100.

Сокращения: ЗБ – карьер Заборье, НОВ – карьер Новогуровский, ЮВВЕП – юго-восток Восточно-Европейской плат-

формы, БКИЗ – Большой Кизил, ХД – Худолаз, ЛАД – Ладейная, КУГ – Кугарчи, МУР – Мурадымово, ВК – Верхняя Кардаилловка, ТИН – Тиндуф, GB – Северная Англия и Шотландия, DB – Донбасс, MN – Монтань-Нуар, VES – Вегас де Сотрес, АК – Акерчи. KZ – Актобе, Каратау, NAC – Начин, F – Фэнхуаншань.

**Fig. 2.** The stratigraphic range of the marker taxa in some key sections of the Eurasia and North Africa.

The photographs make pictures of Serpukhovian marker taxa: *Janischewskina delicata* – from borehole 20, South-Earst margin of VEP; other species – from Bolshoi Kizil Section, collection No 121 IG UFRC RAS. Abbreviations: ЗБ – Zabor'e Quarry, НОВ – Novogurovsky Quarry, ЮВВЕР – boreholes of the South-Earst margin of VEP, БКИЗ – Bolshoi Kizil, ХД – Khudolaz, ЛАД – Ladeinaya, КУГ – Kugarchi, МУР – Muradymovo, ВК – Verkhnyaya Kardailovka, ТИН – Tindouf, GB – Northern Great Britain and southern Scotland (UK), DB – Donbass, MN – Montagne Noire, VES – Vegas de Sotres, АК – Akerchi, KZ – Aktobe, Karatau, NAC – Naqing, F – Fenghuangshan.

## МАРКЕРНЫЕ ВИДЫ ФОРАМИНИФЕР В ОПОРНЫХ РАЗРЕЗАХ

### *Janischewskina delicata* (Malakhova, 1956)

Вид описан из разреза Шартым восточного склона Южного Урала (Малахова, 1956). Возраст был указан Н.П. Малаховой как второй горизонт со *Striatifera*. Позже этот стратон был отнесен к нижнегубахинскому (нижнему) горизонту серпуховского яруса (Эйнон, 1973), а в серпуховских отложений разреза Шартым найдено еще 10 экземпляров *Janischewskina delicata* (Попова, Рейтлингер, 1973, с. 54). По современной стратиграфической схеме нижнегубахинский интервал соответствует сунтурскому горизонту.

Первое появление *Janischewskina delicata* в стратотипе серпуховского яруса карьере Заборье зафиксировано в нижней части стешевского горизонта, с основания зоны *Eostaffellina decurta* (Gibshman, 2001; Гибшман, 2003). В опорном разрезе Новогуровского карьера первые находки *Janischewskina cf. delicata* сделаны немного ниже первого появления маркерного вида конодонтов *L. zieglerei*, тогда как типичные *J. delicata* встречены в основании тарусского горизонта (Gibshman et al., 2009; Kabanov et al., 2016) (рис. 2).

В разрезах скважин юго-востока ВЕР (Соль-Илецкий свод) по появлению этого вида фиксируется нижняя граница серпуховского яруса (Горожанина и др., 2007), так же как в соседнем регионе северного Прикаспия (Gibshman, Varanova, 2007). Однако, поскольку мы имеем дело со скважинным материалом и большими пропусками в отборе керн, мы не можем судить о первом появлении данного таксона относительно находок других маркеров. В разрезах Большой Кизил и Худолаз Восточно-Уральского субрегиона вид использован для определения нижней границы серпуховского яруса (Кулагина, Гибшман, 2005; Степанова, Кучева, 2009).

В разрезах Западной Европы находки этого вида известны во многих разрезах (Гибшман и др., 2018). В Северной Англии *Janischewskina delicata* встречена в верхнем бриганттии, который сопоставлен с низами серпуховского яруса по появлению маркерных таксонов конодонтов и фораминифер, в

том числе *Neoarchaediscus postrugosus* (Reitlinger), *Eostaffella pseudostruvei* (Rauscher-Chernousova and Beljaev), *Plectomillerella tortula* (Zeller), *Hemidiscopsis muradymica* (Kulagina), *Eoliasiodiscus donbassicus* Reitlinger (Cózar, Somerville, 2014).

Во Франции, в Монтань-Нуар, находки *J. delicata* отмечаются в биоzone F, коррелируемой с тарусским горизонтом (Vachard et al., 2016). Д. Вахард с соавторами (Vachard et al., 2016) используют для расчленения разрезов стратиграфическую шкалу типовой местности Англии и приводят распространение фораминифер по более чем 10 разрезам в стратиграфическом диапазоне от нижнего асбия (коррелируется с алексинским горизонтом верхневизейского подъяруса) до верхнего бриганттия, верхняя граница которого сопоставлена с пограничным интервалом тарусского и стешевского горизонтов. В этом интервале выделено восемь фораминиферовых биозон – А–Н.

В Кантабрийских горах Испании в разрезе Вегас де Сотрес вид *J. delicata* пока обнаружен только в самой верхней части пачки 2 формации Алба (Alba), сопоставляемой с верхней частью стешевского горизонта (Cózar et al., 2016).

В Южном Марокко в бассейне Сахарский Тиндуф разрезе Тингуис Ремз (Tinguiz–Remz) фораминиферы встречены в прослоях известняков среди песчаных сланцев формации Джебель Уаркзиз (Djebel Ouarkiz), коррелируемой с верхним бригантием; первая находка *Janischewskina delicata* приурочена к известняку К, самому верхнему прослою нижней пачки формации (Cózar et al., 2014). На этом уровне также указаны виды *Pseudocornuspira* spp., *Ikensieformis tenebrosa*, *Euxinita pendleiensis*, *Plectomillerella tortula*. Вид *J. delicata* распространен далее по всему серпуховскому ярусу, заходя в низы башкира.

В разрезе Актобе в горах Каратау (Казахстан) серпуховский ярус представлен в большей частью в рифовой фации. Нижняя граница фиксируется в основании зоны *Janischewskina delicata* – *Neoarchaediscus*, немного ниже литологической границы Акуюкского рифового комплекса – в подстилающих шельфовых отложениях бактысайской свиты (Жаймина и др., 2017).

В разрезе Начин (Китай) *J. delicata* встречена примерно в 2.1 м выше уровня первого появления

*Lochriea ziegleri*, где фораминиферы представлены обедненным комплексом, поскольку отложения формировались в глубоководной обстановке с привнесением биокластов с мелководья (Wang et al., 2017). В той же провинции изучен мелководный разрез Яшуй (Yashui) с более представительными фораминиферами. В нем встречены несколько экземпляров тонкостенных янишевских *Janischewskina* aff. *isotovae* Lebedeva вблизи предполагаемой границы визейского и серпуховского ярусов (Groves et al., 2012, Fig. 9 – 11-14). Однако отсутствие других маркерных таксонов фораминифер, а также конодонтов не позволяет точно зафиксировать границу в разрезе Яшуй. Богатые комплексы фораминифер содержатся в мелководном разрезе Фэнхуаншань (Fenghuangshan) платформы Янцзы в формации Хечхоу (Hezhou) серпуховского возраста, сложной мелководно-сублитеральными до литеральными карбонатами с частым циклическим переслаиванием глинистых пород и аргиллитов (Sheng et al., 2018). *Janischewskina delicata* появляется здесь в 3.05 м от основания зоны *Plectomillerella tortula* (Sheng et al., 2018).

#### ***Neoarchaediscus postrugosus* (Reitlinger, 1949)**

Вид происходит из башкирского яруса западного склона Южного Урала разреза Лаклы (Рейтлингер, 1949), впоследствии найден в серпуховских отложениях ВЕП, Урала и других регионах (Гибшман, 2003; Kulagina, 2017). Впервые применен в качестве индекса нижней зоны серпуховского яруса в стратотипе – карьере Заборье (Gibshman, 2001; Гибшман, 2003). В Новогуровском карьере вид появляется в тарусском горизонте (Gibshman et al., 2009).

На Среднем Урале в разрезах Мариинский лог и Ладейная *N. postrugosus* отмечен несколько выше нижней границы серпуховского яруса, которая проведена по находкам конодонтов *L. ziegleri* (Ponomareva et al., 2015; Nikolaeva et al., 2019).

На Южном Урале в разрезе Кугарчи *N. postrugosus* использован для фиксации нижней границы серпуховского яруса (Nikolaeva et al., 2017), хотя находки *L. ziegleri* были сделаны выше по разрезу. В разрезе Верхняя Кардаиловка фораминиферы крайне редки из-за неблагоприятной фации, и первая находка *N. postrugosus* фиксируется в 14–15 м выше появления конодонтов *L. ziegleri* и выше единичной находки *Hemidiscopsis muradymica* (Kulagina) (= *Eolasiiodiscus muradymicus*), которая находится в 1.9 м выше FAD *L. ziegleri* и выше комплекса аммоноидей, типичных для генозоны *Hypergoniatites–Ferganoceras* (Richards et al., 2017; Nikolaeva et al., 2019).

В Западной Европе появление *N. postrugosus* отмечено в верхнем бриганттии и его аналогах в бассейне Солвей (Solway Basin) Южной Шотландии

в известняках “X” и “Bucleuch” скважины Арчибек (Cózar, Somerville, 2014). Этот уровень коррелируется авторами с нижней частью тарусского горизонта ВЕП, т.е. с нижней частью серпуховского яруса. Немного более раннее появление этого вида отмечено в Англии в блоке Алстон (Alston), где он встречен в известняке Ска (Scar Limestone), который коррелируется примерно с основанием тарусского горизонта (Cózar, Somerville, 2016).

*N. postrugosus* иллюстрирован из разреза Акерчи 1 (Akerchi 1) (Центральный Марокко) из формации Акерчи (Cozar et al., 2011), которую авторы коррелируют с верхним бриганттием. В разрезе Вегас де Сотрес Кантабрийских гор Испании *N. cf. postrugosus* определен из нижней части пачки 2 формации Алба, которая коррелируется со средней частью тарусского горизонта (Cózar et al., 2016).

В Южном Марокко, в разрезе Тингуис Ремз (Tinguiz Remz), первые находки *N. postrugosus* отмечены только в верхней части нижнесерпуховского подъяруса, тогда как *Neoarchaediscus* aff. *postrugosus* иллюстрирован из слоя J, сопоставляемого с верхним бриганттием Англии (Cózar et al., 2014).

В горах Монтань-Нуар появление *N. postrugosus* отмечено в свите Рок Редонде (Roque Redonde Fm), в биоzone Н которая относится к верхней части позднего бриганттия и условно коррелируется с пограничным интервалом тарусского и стешевского горизонтов (Vachard et al., 2016, Fig. 16).

Этот вид найден и Северной Америке в типовом районе миссисипсия в Иллинойсе, в отложениях формации Бич Крик (Beach Kreek) (Kulagina, et al., 2008).

#### ***Eolasiiodiscus donbassicus* (Reitlinger, 1956)**

Вид впервые описан Е.А. Рейтлингер (1956) по материалам Даин из верейского горизонта московского яруса среднего карбона Донецкого бассейна (Бело-Калитвенский район) из известняка К<sup>8</sup>. Позже вид был встречен в верхнесерпуховском подъярусе Донецкого бассейна, откуда приведены изображения нескольких экземпляров *Eolasiiodiscus* ex gr. *donbassicus* (Айзенберг и др., 1983, табл. 12, фиг. 30–39) и в юлдыбаевском горизонте верхнесерпуховского подъяруса разреза Мурадымово (Kulagina et al., 2014). Вид распространен на восточном склоне Южного Урала и принят в качестве зонального вида-индекса нижней зоны серпуховского яруса Восточно-Уральского субрегиона (Стратиграфические схемы..., 1993). В разрезе Худолаз, в стратотипе сунтурского горизонта, встречен вместе с *Janischewskina delicata* (Степанова, Кучева, 2009), в разрезе Большой Кизил – совместно с *Janischewskina delicata* и *Neoarchaediscus postrugosus* (Кулагина, Гибшман, 2005). По названным видам была проведена нижняя граница серпуховского яруса в перечисленных разрезах. Вид используется для опре-

деления серпуховского яруса в Прикаспии (Ахметшина и др., 2007; Brenckle, Collins, 2017).

В разрезе Вегас де Сотрес Кантабрийских гор Испании *E. donbassicus* появляется в верхней части слоев, коррелируемых со стешевским горизонтом (Cózar et al., 2015). Это пачка 2 формации Алба сложена биокластовыми грейнстоунами открытого шельфа (Cózar et al., 2015).

### ***Monotaxinoides subplanus* (Brazhnikova et Jartzeva, 1956)**

Вид описан из серпуховского яруса западного продолжения Донбасса (старобешевский осадочный комплекс, предполагаемые аналоги известняка С5 и нижней части свиты С<sub>1</sub><sup>4</sup> Донбасса) (Бражникова, Ярцева, 1956). В большинстве разрезов его появление приурочено к нижней границе протвинского горизонта и его аналогов, что зафиксировано, например, в разрезе Мурадымово (Кулагина et al., 2014), Большой Кизил (Кулагина, Гибшман, 2005). В разрезах Донецкого бассейна этот вид отмечен в верхней части протвинского и в запалтубинском горизонтах (известняк D<sub>1</sub><sup>в</sup>) (Айзенберг и др., 1983). В Западном Казахстане, в Прикаспии (Тенгиз), для определения нижней границы серпуховского яруса используется появление рода *Monotaxinoides* (Brenckle, Milkina, 2003).

*Monotaxinoides* cf. *subplana* иллюстрирован из известняка свиты Фор Фазем (Four Fathom) скважины Вудленд (Woodland) Северной Англии, который сопоставлен с нижней частью тарусского горизонта ВЕП и *Monotaxinoides* aff. *subplanus* из известняка Грейт (Great Limestone Member) карьера Фусет (Forsett), сопоставляемого со средней частью стешевского горизонта (Cózar, Somerville, 2014). В горах Монтань-Нуар (Vachard et al., 2016) появление вида *Monotaxinoides subplanus* (*Howchinia subplana*) фиксируется в основании биозоны F, и коррелируется с основанием серпуховского яруса. Эта зона характеризуется также первыми находками фораминифер *Monotaxinoides subconicus* (Brazhnikova et Jartzeva) (= *Howchinia acutiformis* Cózar), *Monotaxinoides gracilis* (Dain), *Janischewskina gibshmanae* Cózar, *J. delicata* и *Biseriella parva* (N. Tchernysheva).

### ***Monotaxinoides gracilis* (Dain in Reitlinger, 1956)**

Вид впервые описан из отложений серпуховского яруса (бешевской свиты) Донецкого бассейна (Рейтлингер, 1956).

В разрезах Зилаирского синклиория Кугарчи и Сулейманово по появлению этого вида проведена нижняя граница серпуховского яруса (Nikolaeva et al., 2017). В разрезе Кугарчи этот вид встречен на одном уровне с *Neoarchaediscus postrugosus*. В разрезе Большой Кизил вид появляется в нижней ча-

сти серпуховского яруса немного выше его основания (Кулагина, Гибшман, 2005). В разрезах Донецкого бассейна, откуда происходит голотип, первое появление отмечено в верхней части протвинского горизонта (Айзенберг и др., 1983).

В разрезе Вегас де Сотрес изучено распространение видов фораминифер семейства Lasiodiscidae относительно первого появления маркерного вида конодонтов *Lochriea zieglerei* (Cózar et al., 2015). Первая находка *M. gracilis* отмечена в этом разрезе в формации Алба в основании серпуховского яруса, которое авторы (Cózar et al., 2016) сопоставляют с уровнем первого появления *Lochriea zieglerei*. Вид распространен в зоне F Монтань-Нуар Франции (Vachard et al., 2016).

## **РАСПРОСТРАНЕНИЕ ФОРАМИНИФЕРОВЫХ МАРКЕРОВ**

Анализ распространения маркерных видов фораминифер в разрезах Урала и типовых разрезах мира показывает, что наиболее распространенными маркерными таксонами являются *Janischewskina delicata* и *Neoarchaediscus postrugosus*. Вид *J. delicata* отмечен в разрезах Московской синеклизы – в стратотипе серпуховского яруса – карьере Заборье и типовом разрезе Новогуровского карьера, в скважинах Прикаспия и крайнего юго-востока ВЕП, в Кантабрийских горах Испании, в горах Каратау в Казахстане, на платформе Янцзы в Китае. Рассматриваемый вид распространен в мелководных фациях, поэтому находки его в разрезах, содержащих конодонты, единичны. Помимо разрезов Московской синеклизы совместно с конодонтами он встречен еще в разрезе Начин.

*N. postrugosus* является космополитным и имеет широкий ареал распространения, он известен из нижнесерпуховских отложений тарусского горизонта ВЕП, ксогорского и сунтурского горизонтов Урала, в Европе, Северной Африке, Северной Америке. Однако появление *N. postrugosus* не является изохронным, так как зависит от фаций. О других рассматриваемых маркерах из семейства Lasiodiscidae можно сказать, что они появляются не ниже серпуховского яруса и служат надежным инструментом для его определения. В тех разрезах, где представители родов *Eolasiiodiscus* и *Monotaxinoides* встречены совместно с конодонтами (Верхняя Кардаилловка, Вегас де Сотрес), их появление близко к первому нахождению *L. zieglerei*. Для разрезов Урала эти виды служат хорошими маркерами.

Существует проблема корреляции верхневизейских отложений разрезов России с разрезами Западной Европы. В ряде последних публикаций нижняя часть серпуховского яруса коррелируется с верхним бригантием (Cózar, Somerville, 2014, 2016; Cózar et al., 2016; Vachard et al., 2016; Sheng et al., 2018). Однако предложенная корреляция отли-

чается от традиционной, принятой в стратиграфических схемах России (Пазухин и др., 2010; Алексеев, 2013; Nikolaeva, Kullmann, 2003; Nikolaeva et al., 2019). В ОСШР граница между визейским и серпуховским ярусами соответствует границе аммоноидных зон *Hypergoniatites* – *Ferganoceras* и *Uralopronotites* – *Cravenoceras*, что отвечает границе бригантского и пендлейского ярусов Англии (Nikolaeva, Kullmann, 2003). Находки маркерного вида конодонтов *L. zieglerei* ниже традиционной границы тарусского горизонта в Московской синеклизе (Kabanov et al., 2016) не дают основания опустить нижнюю границу серпуховского яруса, пока глобальная граница серпуховского яруса не будет ратифицирована по появлению этого вида.

### ВЫВОДЫ

В мелководных кораллово-брахиоподовых и биогермных фациях разрезов Урала могут встречаться одновременно два-три маркерных вида фораминифер, которые часто появляются приблизительно на одном уровне, что дает возможность уверенно определять рассматриваемую границу при отсутствии конодонтовой фауны. В разрезах Урала, в отличие от разрезов Подмосковского бассейна, типовой местности серпуховского яруса, широко распространены представители семейства *Lasiodiscidae*, которые также многочисленны в Кантабрийских горах Испании. Глубоководные склоновые фации, содержащие конодонты и аммоноидеи неблагоприятны для фораминифер, поэтому мы не можем опираться на эту группу фауны для определения нижней границы серпуховского яруса. В разрезах, в которых одновременно встречены и конодонты, и фораминиферы, появление маркерных таксонов фораминифер и конодонтов обычно не совпадает, однако расхождение небольшое. Относительно перечисленных маркерных таксонов можно сказать, что появление этих видов не установлено в отложениях древнее серпуховского возраста. В разрезах Урала для определения нижней границы серпуховского яруса маркерными видами служат *Janischewskina delicata*, *Neoarchaediscus postrugosus*, *Monotaxinoides gracilis*, *Eolasiodiscus donbassicus*. Широкое географическое распределение перечисленных маркеров в разрезах Восточно-Европейской платформы (Подмосковский бассейн, Прикаспийская впадина, Соль-Илецкий свод), Донецкого бассейна, Великобритании, Франции и Испании, Марокко и Китая позволяет применять эти таксоны для корреляции с близкими и удаленными регионами.

### Благодарности

Авторы благодарны С.В. Николаевой за ценные консультации в процессе написания статьи, а также рецензенту за полезные замечания.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айзенберг Д.Е., Астахова Т.В., Берченко О.И., Бражникова Н.Е., Вдовенко М.В., Дунаева Н.Н., Зернецкая Н.В., Полетаев В.И., Сергеева М.Т. (1983) Верхнесерпуховский подъярус Донецкого бассейна. Киев: Наукова Думка, 273 с.
- Алексеев А.С., Коссовая О.Л., Горева Н.В. (2013) Состояние и перспективы совершенствования общей шкалы каменноугольной системы России. М.А. Федонкин (ред.) Общая Стратиграфическая Шкала России: Состояние и перспективы обустройства. Всероссийская Конференция. М., 165-177.
- Ахметшина Л.З., Гишман Н.Б., Куандыков Б.М., Ускова Н.А., Кононец В.И., Баймагамбетов Б.К., Кухтин Д.А., Дегтярева Л.В. (2007) Атлас палеонтологических остатков, микрофаций и обстановок осадконакопления фаменско-каменноугольных отложений Прикаспийской впадины (Казахстанская часть). Алматы: СМУС-OFFSET, 476 с.
- Бражникова Н.Е., Ярцева М.В. (1956) К вопросу об эволюции рода *Monotaxis*. Вопросы микропалеонтологии, (1), 63-68.
- Гарань И.М., Постоялко М.В. (1975) К стратиграфии нижнего карбона Среднего Урала. Г.А. Смирнов, Г.Н. Папулов (ред.) Каменноугольные отложения на Урале. Сборник по вопросам стратиграфии, 25. Свердловск: УНЦ АН СССР, 47-67.
- Гишман Н.Б. (2003) Характеристика фораминифер стратотипа серпуховского яруса в Карьере Заборье (Подмосковье). Стратиг. Геол. коррел., 11(1), 39-63.
- Гишман Н.Б., Вевель Я.А., Зайцева Е.Л., Степанова Т.И. (2018) Фораминиферы рода *Janischewskina* Mikhailov, 1935 emend. Mikhailov, 1939: морфология, биостратиграфия визейского и серпуховского ярусов, ареал. Труды XVII Всерос. микропал. сов. «Современная микропалеонтология – проблемы и перспективы», Москва: ПИН РАН, 28-33. [www.ginras.ru/materials/files/kazan2018\\_trudy.pdf](http://www.ginras.ru/materials/files/kazan2018_trudy.pdf)
- Горожанина Е.Н., Днистрянский В.И., Побережский С.М., Горожанин В.М., Пазухин В.Н., Кулагина Е.И., Кочетова Н.Н., Ремизова С.Т., Чибрикова Е.В. (2007) Эталонный разрез палеозойских отложений Северного Прикаспия по данным бурения скважины 20 Песчаной площади. М.Н. Персиянцева, Н.Ф. Козлова (ред.) Геология, разработка и обустройство нефтяных и газовых месторождений Оренбургской области. Оренбург: «ИПК Южный Урал», 73-86.
- Жаймина В.Я., Бивтюшкин В.М., Фазылов Е.М., Мусина Е.С., Шабалина Л.В., Приходько Д.В. (2017) Верхнедевонско-каменноугольные рифогенные постройки в горах Большой Каратау (Южный Казахстан). Путеводитель Международной полевой экскурсии Алматы-Туркестан, ТОО «378», 188 с.
- Кулагина Е.И., Гишман Н.Б. (2002) Зональное расчленение серпуховского яруса по фораминиферам. Стратиграфия и палеогеография карбона Евразии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 183-192.
- Кулагина Е.И., Гишман Н.Б. (2005) Общая зональная шкала нижнего карбона России по фораминиферам. Бюл. МОИП. Отд. геол., 80(2), 33-59.
- Малахова Н.П. (1956) Фораминиферы известняков р. Шартымки на Южном Урале. Сборник по вопросам стратиграфии, 3. Свердловск: (Труды Горно-гео-

- логического института. УФ АН СССР. Вып. 24). 26-71.
- Мизенс Г.А., Степанова Т.И., Кучева Н.А. (2012) Восточные зоны Среднего Урала в карбоне (эволюция бассейнов осадконакопления и особенности палеотектоники). *Литосфера* (4), 107-126.
- Пазухин В.Н., Кулагина Е.И., Николаева С.В., Кочетова Н.Н., Коновалова В.А. (2010) Серпуховский ярус в разрезе Верхняя Кардаилловка, Южный Урал. *Стратиграф. Геол. коррел.*, **18**(3), 45-65.
- Плюснина А.А., Иванова Р.М. (1983) Серпуховский ярус восточного склона среднего и Южного Урала. *Бюл. МОИП. Отд. геол.* 58(4), 72-80.
- Плюснина А.А., Иванова Р.М., Девингталь В.В. (1979) Опорные разрезы серпуховского яруса на восточном склоне Среднего Урала. Опорные разрезы карбона Урала. Сборник по вопросам стратиграфии (26). Свердловск: УНЦ АН СССР, 85-94.
- Пономарева Г.Ю. (2010) Палеонтологическое обоснование границ горизонтов визейского и серпуховского ярусов в типовом разрезе "Ладейный Лог". Геология и нефтегазозносность северных районов Урало-Поволжья: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения проф. П.А. Софроницкого. Пермь: Пермский гос. ун-т, 74-93.
- Попова З.Г., Рейтлингер Е.А. (1973) Foraminifera. Стратиграфия и фауна каменноугольных отложений реки Шартым (Южный Урал) Львов: Вища школа, 48-75.
- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий (2003). А.И. Жамойда (ред.) СПб.: ВСЕГЕИ, (34), 48.
- Рейтлингер Е.А. (1949) Мелкие фораминиферы нижней части среднего карбона Среднего Урала и Прикамья. *Изв. Акад. наук СССР, сер. геол.*, (6), 149-164.
- Рейтлингер Е.А. (1956) Новое семейство Lasiodiscidae. *Вопр. микропалеонтол.*, (1), 69-78.
- Степанова Т.И., Кучева Н.А. (2006) Разрез Худолаз – стратотип горизонтов субрегиональной схемы нижнекаменноугольных отложений восточного склона Урала. *Литосфера*, (1), 45-75.
- Степанова Т.И., Кучева Н.А. (2009) Палеонтологическое обоснование горизонтов серпуховского яруса Восточно-Уральского субрегиона в стратотипе по реке Худолаз. Типовые разрезы карбона России и потенциальные глобальные стратотипы: Материалы Международного полевого совещания "Стратотипические разрезы, предлагаемые и потенциальные ТГСГ карбона в России". Южноуральская сессия. Уфа – Сибай, 13–18 августа 2009 г. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 97-128.
- Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1993. 151 с.
- Унифицированные и корреляционные стратиграфические схемы Урала. (1980) Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР. 123 л. схем.
- Щербаков О.А., Девингталь В.В. (1980) Схема стратиграфии каменноугольных отложений Урала. Ч. I. Объяснительная записка к унифицированным и корреляционным стратиграфическим схемам Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 116-152.
- Щербаков О.А., Постоляко М.В., Щербакова М.В., Чувашов Б.И., Кучева Н.А., Степанова Т.И. (1994) Схема стратиграфии каменноугольных отложений Урала. Объяснительная записка к стратиграфическим схемам Урала (докембрий, палеозой). Материалы и решения Четвертого Уральского межведомственного стратиграфического совещания (Свердловск, 1990). Екатеринбург: "Уральская геологосъемочная экспедиция", 97-127.
- Щербаков О.А., Постоляко М.В., Щербакова М.В., Чувашов Б.И., Черепанова Н.А., Лядова Р.А., Пазухин В.Н., Грабежева Т.Г., Степанова Т.И. (1990) Проблемные вопросы стратиграфии карбона Урала. Проблемы стратиграфии Урала. Каменноугольная и пермская системы. Свердловск: УрО АН СССР, 1-29.
- Эйноор О.Л. (1973) Стратиграфия. Стратиграфия и фауна каменноугольных отложений реки Шартым (Южный Урал). Львов: Вища школа.
- Brenckle P.L., Collins J.F. (2017) A chronostratigraphic framework for the Carboniferous Kashagan buildup, Pre-Caspian Basin, Kazakhstan. *Stratigraphy*, 14(1-4), 15-34.
- Brenckle P.L., Milkina N.V. (2003) Foraminiferal timing of carbonate deposition on the late Devonian (Famennian)-Middle Pennsylvanian (Bashkirian) Tengiz Platform, Kazakhstan. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 109(2), 131-158.
- Cózar P., Medina-Varea P., Somerville I.D., Vachard D., Rodríguez S., Said, I. (2014) Foraminifers and conodonts from the late Viséan to early Bashkirian succession in the Saharan Tindouf Basin (southern Morocco): biostratigraphic refinements and implications for correlations in the western Palaeotethys. *Geol. J.*, **49**, 271-302. DOI: 10.1002/gj.2519
- Cozar P., Said, I., Somerville I.D., Vachard D., Medina-Varea P., Rodríguez S., Berkhlí M. (2011) Potential foraminiferal markers for the Viséan–Serpukhovian and Serpukhovian–Bashkirian boundaries – a case-study from Central Morocco. *J. of Paleontol.*, **85**(6), 1105-1127.
- Cózar P., Sanz-López, J., Blanco-Ferrera S. (2015) Late Viséan-Serpukhovian lasiodiscid foraminifers in Vegas de Sotres section (Cantabrian Mountains, NW Spain): Potential biostratigraphic markers for the Viséan-Serpukhovian boundary. *Geobios*, (48), 213-238. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geobios.2015.02.006>
- Cozar P., Somerville I.D. (2014) Latest Viséan–Early Namurian (Carboniferous) foraminifers from Britain: implications for biostratigraphic and glacioeustatic correlations. *Newslett. Stratigr.*, **47**, 355-367. DOI: 10.1127/nos/2014/0052
- Cózar P., Somerville I.D. (2016) Problems correlating the late Brigantian–Arnsbergian Western European substages within northern England. *Geol. J.*, **51**, 817-840. DOI: 10.1002/gj.2700
- Cozar P., Somerville I.D., Burgess I. (2010) Foraminiferal, calcareous algal and problematica assemblages from the Mississippian Lower Limestone Formation in the Midland Valley, Scotland. *Earth Environment. Sci. Transact. Royal Soc. Edinburgh*, **100**, 297-309.
- Cozar P., Somerville, I.D., Sanz-López J., Blanco-Ferrera S. (2016) Foraminiferal biostratigraphy across the Viséan/Serpukhovian boundary in the Vegas de Sotres section (Cantabrian Mountains, Spain). *J. Foraminifera Res.*, **46**(2), 171-192.
- Gibshman N.B. (2001) Foraminiferal biostratigraphy of the Serpukhovian Stage Stratotype (Zaborie quarry, Moscow Basin). *Newslett. Carbonifer. Stratigr.* **19**, 31-34.
- Gibshman N.B., Baranova D.V. (2007) The foraminifers

- Janischewskina* and “*Millerella*,” and their evolutionary patterns and biostratigraphic potential for the Viséan–Serpukhovian boundary. Proceedings of 15th International Congress on Carboniferous and Permian. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. Amsterdam, 269-281.
- Gibshman N.B., Kabanov P.B., Alekseev A.S., Goreva N.V., Moshkina M.A. (2009) Novogurovsky Quarry – Upper Viséan and Serpukhovian. *Type and reference Carboniferous sections in the south part of the Moscow Basin. Field Trip Guidebook of International Field Meeting of the I. U. G. S. Subcommission on Carboniferous Stratigraphy*. Moscow: PIN RAN, 13-44.
- Groves J.R., Wang Y., Qi Y.P., Richards B.C., Ueno K., Wang X.D. (2012) Foraminiferal biostratigraphy of the Viséan–Serpukhovian (Mississippian) boundary interval at slope and platform sections in southern Guizhou (South China). *J. Paleontol.*, (86), 753-774.
- Kabanov P.B., Alekseev A.S., Gibshman N.B., Gabdullin R.R., Bershov A.V. (2016) The upper Viséan–Serpukhovian in the type area for the Serpukhovian Stage (Moscow Basin, Russia). Pt. 1. Sequences, disconformities, and biostratigraphic summary. *Geol. J.*, (51), 163-194. DOI: 10.1002/gj.2612
- Kulagina E.I. (2017) Evolution of Asteroarchaediscidae A. Miklukho-Maclay, 1957 in the Carboniferous. *Paleontol. J.*, **51**(7), 18-28. DOI: 10.1134/S0031030117070061
- Kulagina E.I., Gibshman N.B., Nikolaeva S.V. (2008). Foraminifer-based correlation of the Chesterian Stage in the Mississippian type region, Illinois, USA, to the Serpukhovian of Russia. *Newslett. Carbonifer. Stratigr.*, **26**, 14-18.
- Kulagina E., Nikolaeva S., Pazukhin V. and Kochetova N. (2014) Biostratigraphy and lithostratigraphy of the Mid-Carboniferous boundary beds in the Muradymovo section (South Urals, Russia). *Geol. Magaz.*, **151**(2), 269-298. DOI: 10.1017/S0016756813000599.
- Kullmann J., Nikolaeva S.V. (2003) A global review of the Serpukhovian biostratigraphy. *Newslett. Stratigr.*, **39**(2/3), 101-132.
- Nikolaeva S.V., Alekseev A.S., Kulagina E.I., Gatovsky Yu.A., Ponomareva G.Yu., Gibshman N.B. (2019) An evaluation of biostratigraphic markers across multiple geological sections in the search for the GSSP of the base of the Serpukhovian Stage (Mississippian). *Palaeoworld*, <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2019.01.006>
- Nikolaeva S.V., Kulagina E.I., Gorozhanina E.N., Alekseev A.S., Konovalova V.A. (2017) Conodonts, ammonoids, foraminifers, and depositional settings of the Serpukhovian and Bashkirian in the Kugarchi section in the South Urals. *Stratigraphy*, **14**(1-4), 319-347. DOI:10.29041/strat.14(1-4), 319-347
- Ponomareva G.Yu., Alekseev A.S., Kossovaya O.L., Isakova T.N. (2015) Mariinsky Log Section. Serpukhovian, Bashkirian, Lower Moscovian. Middle Urals, Carboniferous and Permian Marine and Continental Successions. Field Trip Guidebook of XVIII International Congress of the Carboniferous and Permian. Perm, Printing House Aster, 66-91.
- Richards B.C., Nikolaeva S.V., Kulagina E.I., Alekseev A.S., Gorozhanina E.N., Gorozhanin V.M., Konovalova V.A., Goreva N.V., Joachimski M.M., Gatovsky Y.A. (2017) A candidate for the Global Stratotype Section and Point at the base of the Serpukhovian in the South Urals, Russia. *Stratigr. Geol. Correl.*, **25**(7), 697-758. DOI: 10.1134/S0869593817070036
- Sheng Q., Wang X., Brenckle P., Huber B.T. (2018) Serpukhovian (Mississippian) foraminiferal zones from the Fenghuangshan section, Anhui Province, South China: implications for biostratigraphic correlations. *Geol. J.*, **53**(1), 45-57. DOI: 10.1002/gj.2877
- Vachard D., Cózar P., Aretz M., Izart A. (2016) Late Viséan–Serpukhovian foraminifers in the Montagne Noire (France): biostratigraphic revision and correlation with the Russian substages. *Geobios*, **49**(6), 469-498. DOI:10.1016/j.geobios.2016.09.002
- Wang X. (2017) Annual report to ICS for 2016-2017. *Newslett. Carbonifer. Stratigr.*, **33**, 7-9. <http://carboniferous.stratigraphy.org/>
- Wang Q.L., Qi Y.P., Korn D., Chen J.T., Sheng Q.Y., Nemyrovska T.I. (2017) Progress on the Viséan–Serpukhovian boundary in South China and Germany. *Newslett. Carbonifer. Stratigr.*, **33**, 35-42. <http://carboniferous.stratigraphy.org/>

## REFERENCES

- Aizenverg D.E., Astakhova T.V., Berchenko O.I., Brazhnikova N.Ye., Vdovenko M.V., Dunaeva N.N., Zernetskaya N.V., Poletayev V.I., Sergeeva M.T. (1983) *Verkhneserpukhovskii pod'yarus Donetskogo basseina: Paleontologicheskaya kharakteristika* [Upper Serpukhovian Substage in the Donets Basin: Paleontological Characteristics]. Naukova Dumka Publ. Kiev, 273 p. (In Russian)
- Akhmetshina L.Z., Gibshman N.B., Kuandykov B.M., Uskova N.A., Kononets V.I., Baimagambetov B.K., Kukhtinov D.A., Degtyareva L.V. (2007). *Atlas paleontologicheskikh ostatkov, mikrofatcii i obstanovok osadkonakopleniya famensko-kamennougol'nykh otlozhenii Prikaspiiskoi vpadiny (Kazakhstanskaya chast')* [Atlas of Fossil Remains, Microfacies, and Depositional Environments of the Famennian-Carboniferous Sediments of the Caspian Depression, Kazakhstan Segment]. Almaty, CMYC-OFFSET Publ., 476 p. (In Russian)
- Alekseev A.S., Kossovaya O.L., Goreva N.V. (2013) State and prospects for improving the General scale of the Russian Carboniferous system. *Obshchaya stratigraficheskaya shkala Rossii: Sostoyaniye i perspektivy obustroystva*. [General Stratigraphic Scale of Russia: State and prospects of development] All-Russian conference, Moscow, GIN RAS, 165-177.
- Brazhnikova N.E., Jartzeva M.V. (1956) On the question about the evolution of the genus *Monotaxis* *Voprosy Mikropaleontologii*, (1), 62-68. (In Russian)
- Brenckle, P.L., Collins, J.F., 2017, A chronostratigraphic framework for the Carboniferous Kashagan buildup, Pre-Caspian Basin, Kazakhstan. *Stratigraphy*, **14**(1–4), 15-34.
- Brenckle P.L., Milkina N.V. (2003) Foraminiferal timing of carbonate deposition on the late Devonian (Famennian)-Middle Pennsylvanian (Bashkirian) Tengiz Platform, Kazakhstan. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **109**(2), 131-158.
- Cózar P., Medina-Varea P., Somerville I.D., Vachard D., Rodríguez S., Said I. (2014) Foraminifers and conodonts from the late Viséan to early Bashkirian succession in the Saharan Tindouf Basin (southern Morocco): biostratigraphic refinements and implications for correlations in the western Palaeotethys. *Geol. J.*, **49**, 271-302. DOI: 10.1002/gj.2519
- Cozar P., Said I., Somerville I.D., Vachard D., Medina-Varea P.,

- Rodríguez S., Berkhli M. (2011) Potential foraminiferal markers for the Viséan-Serpukhovian and Serpukhovian-Bashkirian boundaries – a case-study from Central Morocco. *J. Paleontol.*, **85**(6), 1105-1127.
- Cózar P., Sanz-López J., Blanco-Ferrera S. (2015) Late Viséan-Serpukhovian lasiodiscid foraminifers in Vegas de Sotres section (Cantabrian Mountains, NW Spain): Potential biostratigraphic markers for the Viséan-Serpukhovian boundary. *Geobios*, **48**, 213-238. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geobios.2015.02.006>
- Cozar P., Somerville I.D. (2014) Latest Viséan-Early Namurian (Carboniferous) foraminifers from Britain: implications for biostratigraphic and glacioeustatic correlations // *Newslett. Stratigr.*, **47**, 355-367. DOI: 10.1127/nos/2014/0052
- Cózar P., Somerville I.D. (2016) Problems correlating the late Brigantian-Arnsbergian Western European substages within northern England. *Geol. J.*, **51**, 817-840. DOI: 10.1002/gj.2700
- Cozar P., Somerville I.D., Burgess I. (2010) Foraminiferal, calcareous algal and problematica assemblages from the Mississippian Lower Limestone Formation in the Midland Valley, Scotland. *Earth. Environment. Sci. Transact. Royal Soc. Edinburgh*, **100**, 297-309.
- Cozar P., Somerville I.D., Sanz-Lopé, J., Blanco-Ferrera S. (2016) Foraminiferal biostratigraphy across the Viséan/Serpukhovian boundary in the Vegas de Sotres section (Cantabrian Mountains, Spain). *J. Foraminiferal Res.*, **46**(2), 171-192.
- Garan' I.M., Postoyalko M.V. (1975) On Low Carboniferous stratigraphy of the Middle Urals. *Kamennougol'nyye otlozheniya na Urale. Sbornik po voprosam stratigrafii*. [Carboniferous deposits on the Urals. Collection on stratigraphy problems] V. **25**. Sverdlovsk: UNTs AN SSSR. 47-67. (In Russian)
- Gibshman N.B. (2001) Foraminiferal biostratigraphy of the Serpukhovian Stage Stratotype (Zabor'e Quarry, Moscow Basin). *Newslett. Carbonifer. Stratigr.*, **19**, 31-34.
- Gibshman, N.B. (2003) Foraminifers from the Serpukhovian Stage Stratotype, the Zabor'e Quarry (Moscow Region). *Stratig. Geol. Correl.*, **11**(1), 36-60.
- Gibshman N.B., Baranova D.V. (2007) The foraminifers *Janischewskina* and "*Millerella*," and their evolutionary patterns and biostratigraphic potential for the Viséan-Serpukhovian boundary. Proceedings of 15th International Congress on Carboniferous and Permian, Royal Netherlands Academy Arts and Sciences: Amsterdam, 269-281.
- Gibshman N.B., Kabanov P.B., Alekseev A.S., Goreva N.V., Moshkina M.A. (2009) Novogurovsky Quarry – Upper Viséan and Serpukhovian. Type and reference Carboniferous sections in the south part of the Moscow Basin. Field Trip Guidebook of International Field Meeting of the I. U. G. S. Subcommission on Carboniferous Stratigraphy. Moscow, PIN RAN, 13-44.
- Gibshman N.B., Vevel Ya.A., Zaytseva E.L., Stepanova T.I. (2018) Foraminifera of the genus *Janischewskina Mikhailov*, 1935 emend. Mikhailov, 1939: morphology, areal and biostratigraphy of Viséan and Serpukhovian stages. *Trudy XVII Vseros. Mikropaleontol. Konf. "Sovremennaya mikropaleontologiya – problem i perspektivy"* [Proc. of XVII All-Russian Micropaleontological Meeting "Modern Micropaleontology – Problems and Prospects"]. Moscow, PIN RAN, 28-33. (In Russian) [www.ginras.ru/materials/files/kazan2018\\_trudy.pdf](http://www.ginras.ru/materials/files/kazan2018_trudy.pdf)
- Gorozhanina E.N., Dnistrianskii V.I., Poberezhskii S.M., Gorozhanin V.M., Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Kochetova N.N., Remizova S.T., Chibrikova E.V. (2007) The reference section of the Paleozoic deposits of the northern Cis-Caspian based on the drilling log of Borehole 20 of the Peschanaya Field. *Geologiya, razrabotka i obustroistvo neftnykh i gazovykh mestorozhdeniy Orenburgskoi oblasti. Nauchnye Trudy OAO IPK "Yuzhnyi Ural"* [Geology, exploration and arrange of Orenburg area petrole deposits. Proc. IPK "The, Southern Urals", (4), 73-86. (In Russian)
- Groves J.R., Wang Y., Qi Y.P., Richards B.C., Ueno K., Wang X.D. (2012) Foraminiferal biostratigraphy of the Viséan-Serpukhovian (Mississippian) boundary interval at slope and platform sections in southern Guizhou (South China). *J. Paleontol.*, **86**, 753-774.
- Kabanov P.B., Alekseev A.S., Gibshman N.B., Gabdullin R.R., Bershov A.V. (2016) The upper Viséan-Serpukhovian in the type area for the Serpukhovian Stage (Moscow Basin, Russia): Pt 1. Sequences, disconformities, and biostratigraphic summary. *Geol. J.*, **51**, 163-194. DOI: 10.1002/gj.2612
- Kulagina E.I. (2017) Evolution of Asteroarchaediscidae A. Miklukho-Maclay, 1957 in the Carboniferous. *Paleontol. J.* **51**(7), 18-28. DOI: 10.1134/S0031030117070061
- Kulagina E.I., Gibshman N.B. (2002) Zonal subdivision of the Serpukhovian Stage based on foraminifers. *Stratigrafiya i paleogeografiya karbona Evrazii* [Carboniferous Stratigraphy and Paleogeography of Eurasia]. IGG UrO RAN, Yekaterinburg, 183-192. (In Russian)
- Kulagina E.I., Gibshman N.B. (2005) General foraminiferal zonation of the Lower Carboniferous in Russia. *Bull. MOIP, Otd. geol.* **80**(2), 35-59. (In Russian)
- Kulagina E.I., Gibshman N.B., Nikolaeva S.V. (2008) Foraminifer-based correlation of the Chesterian Stage in the Mississippian type region, Illinois, USA, to the Serpukhovian of Russia. *Newslett. Carbonifer. Stratigr.*, **26**, 14-18.
- Kulagina E., Nikolaeva S., Pazukhin V., Kochetova N. (2014) Biostratigraphy and lithostratigraphy of the Mid-Carboniferous boundary beds in the Muradymovo section (South Urals, Russia). *Geol. Magaz.*, **151**(2), 269-298. DOI: 10.1017/S0016756813000599
- Kullmann J., Nikolaeva S.V. (2003) ФА global review of the Serpukhovian biostratigraphy. *Newslett. Stratigr.* **39**(2/3), 101-132.
- Malakhova N.P. (1956) Foraminifers of the Shartymka River limestones in the Southern Urals *Sbornik po voprosam stratigrafii* **3**. [Collection on Stratigraphy No 3]. Sverdlovsk: Trudy GGI UF AN SSSR V. 24, 26-71. (In Russian)
- Mizens G.A., Stepanova T.I., Kucheva N.A. (2012) Eastern zones of Middle Urals in Carboniferous (evolution of depositional basins and paleotectonic features). *Litosfera*. (4), 107-126. (In Russian)
- Nikolaeva S.V., Alekseev A.S., Kulagina E.I., Gatovsky Yu.A., Ponomareva G.Yu., Gibshman N.B. (2019) An evaluation of biostratigraphic markers across multiple geological sections in the search for the GSSP of the base of the Serpukhovian Stage (Mississippian). *Palaeoworld*, <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2019.01.006>
- Nikolaeva S.V., Kulagina E.I., Gorozhanina E.N., Alekseev A.S., Konovalova V.A. (2017) Conodonts, ammonoids, foraminifers, and depositional settings of the Serpukhovian and Bashkirian in the Kugarchi Section in the South Urals. *Stratigraphy*, **14**(1-4), 319-347. DOI:10.29041/strat.14.1-4.319-347

- Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Kochetova N.N., Nikolaeva S.V., Konovalova V.A. (2010) The Serpukhovian Stage in the Verkhnyaya Kardailovka Section, South Urals. *Stratigr. Geol. Correl.*, **18**(3), 269-289.
- Plyusnina A.A., Ivanova R.M. (1983) Serpukhovian Stage of the eastern slope of the Middle and Southern Urals. *Bull. MOIP, Otd. geol.*, **58**(4), 72-80. (In Russian)
- Plyusnina A.A., Ivanova R.M., Devingtal' V.V. (1979) Serpukhovian Key Sections on the eastern slope of the Middle Urals]. *Opornyye razrezy karbona Urala. Sbornik po voprosam stratigrafii № 26*. [Key Sections of Urals Carboniferous. Collection on Stratigraphy No 26.] Sverdlovsk: UNTS AN SSSR, 85-94. (In Russian)
- Ponomareva G.Yu. (2010). Paleontological substantiation of the boundaries of the Viséan and Serpukhovian horizons in a typical section "Ladeynyi Log". *Geologiya i neftegazonosnost' severnykh rayonov Uralo-Povolzh'ya: Materialy Vseros. nauch.-prakt. Konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhdeniya prof. P.A. Sofronitskogo*. [Geology and petroleum potential of the Ural-Volga region northern area. Proc. All-Russian sci.-pract. Conf. to 100-th anniversary of prof.P.A. Sofronitsky birth]. Perm: Perm State University, 74-93. (In Russian)
- Ponomareva G.Yu., Alekseev A.S., Kossovaya O.L., Isakova T.N. (2015) Mariinsky Log Section. Serpukhovian, Bashkirian, Lower Moscovian. G.Yu. Ponomareva, O.L. Kossovaya, I.S. Khopta (Eds.), Middle Urals, Carboniferous and Permian Marine and Continental Successions. Field Trip Guidebook of XVIII International Congress of the Carboniferous and Permian, Kazan 2015. Perm: Printing House Aster, 66-91.
- Postanovleniya Mezhdunarodnogo stratigraficheskogo komiteta i yego postoyannykh komissiy (2003) A.I. Zhamoyda (red.) [Decisions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its standing committees] SPb.: VSEGEI, (34), 48p. (In Russian)
- Reitlinger E.A. (1949) Melkie foraminifery nizhnej chasti srednego karbona Srednego Urala i Prikamya [Smaller foraminifers in the lower part of the Middle Carboniferous in the Central Urals and Prikamye] *Izvestiya Akademii Nauk SSSR, Ser. geol.*, (6), 149-164. (In Russian)
- Reitlinger E.A. (1956) Novoe semeystvo Lasiodiscidae [Lasiodiscidae, a new family]. *Voprosy mikropaleontologii*, (1), 69-78. (In Russian)
- Richards B.C., Nikolaeva S.V., Kulagina E.I., Alekseev A.S., Gorozhanina E.N., Gorozhanin V.M., Konovalova V.A., Goreva N.V., Joachimski M.M., Gatovsky Y.A. (2017) A candidate for the Global Stratotype Section and Point at the base of the Serpukhovian in the South Urals, Russia. *Stratigr. Geol. Correl.*, **25**(7), 697-758. DOI: 10.1134/S0869593817070036
- Shcherbakov O.A., Devingtal' V.V. (1980) Scheme of the Carboniferous stratigraphy of the Urals. Part I. Ob'yasnitel'naya zapiska k unifikatsionnym i korrelyatsionnym stratigraficheskim skhemam Urala [Explanatory note to the unified and correlation stratigraphic schemes of the Urals], Sverdlovsk, UNTS AN SSSR, 116-152. (In Russian)
- Shcherbakov O.A., Postoyalko M.V., Shcherbakova M.V., Chuvashov B.I., Kucheva N.A., Stepanova T.I. (1994) Stratigraphic Scheme of the Carboniferous of the Urals. Explanatory Note to Ural Stratigraphic Schemes (Precambrian, Paleozoic) Skhema stratigrafii kamennougol'nykh otlozheniy Urala. *Materialy i resheniya Chetvertogo Ural'skogo mezhdunarodnogo stratigraficheskogo soveshchaniya* [Materials and Solutions of the Fourth Ural Interdepartmental Stratigraphic Meeting] (Sverdlovsk, 1990). Ekaterinburg, Ural'skaya geologos'yemochnaya ekspeditsiya, 97-127. (In Russian)
- Shcherbakov O.A., Postoyalko M.V., Shcherbakova M.V., Chuvashov B.I., Cherepanova N.A., Lyadova R.A., Pazukhin V.N., Grabezheva T.G., Stepanova T.I. (1990) Problematic issues of Ural Carboniferous stratigraphy. *Problemye voprosy stratigrafii karbona Urala. Kamennougol'naya i perm'skaya sistemy*. [Problems of the Ural stratigraphy. Carboniferous and Permian systems], Sverdlovsk, UrO AN SSSR, 1-29. (In Russian)
- Sheng Q., Wang X., Brenckle P., Huber B.T. (2018) Serpukhovian (Mississippian) foraminiferal zones from the Fenghuangshan section, Anhui Province, South China: implications for biostratigraphic correlations. *Geol. J.*, **53**(1), 45-57. DOI: 10.1002/gj.2877
- Stepanova T.I., Kucheva N.A. (2006) The "Khudolaz" Section as a stratotype of horizons of a Subregion Scheme of the Lower Carboniferous deposits of the Urals Eastern Slope. *Litosfera*, (1), 45-75.
- Stepanova T.I., Kucheva N.A. (2009) Paleontological substantiation of the Serpukhovian horizons of the Eastern Uralian subregion in the stratotype section on the Khudolaz River. *Tipovye razrezy karbona Rossii i potentsial'nye global'nye stratotipy. Yuzhnoural'skaya sessiya: Materialy Mezhdunarodnogo polevogo soveshchaniya* "The Historical Type Sections, Proposed and Potential GSSPs of the Carboniferous in Russia" Ufa DesignPolygraphService Publ. 97-128.
- Stratigraficheskie skhemy Urala (dokembrii, paleozoi)* (1993) [Stratigraphic Schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic). Ekaterinburg. IGG UrO RAN, 151 p. (In Russian)
- Stratografiya i fauna kamennougol'nykh otlozheniy reki Shartym (Yuzhnyy Ural)* [Stratigraphy and fauna of the Carboniferous deposits of the Shartym River (South Ural)] (Ed.) E.L. Eynor. (1973) L'vov, Vishcha shkola, 184 p. (In Russian)
- Unifikatsionnyye i korrelyatsionnyye stratigraficheskiye skhemy Urala* [Unified and correlation stratigraphic schemes of the Urals]. (1980) Sverdlovsk, UNTS AN SSSR. (In Russian)
- Vachard D., Cózar P., Aretz M., Izart A. (2016) Late Viséan-Serpukhovian foraminifers in the Montagne Noire (France): biostratigraphic revision and correlation with the Russian substages. *Geobios*, 49(6), 469-498. DOI:10.1016/j.geobios.2016.09.002
- Wang X. (2017) Annual report to ICS for 2016-2017. *Newslett. Carbonifer. Stratigr.*, **33**, 7-9. <http://carboniferous.stratigraphy.org/>
- Wang Q.L., Qi Y.P., Korn D., Chen J.T., Sheng Q.Y., Nemyrovska T.I. (2017) Progress on the Viséan-Serpukhovian boundary in South China and Germany. *Newslett. Carbonifer. Stratigr.*, **33**, 35-42. <http://carboniferous.stratigraphy.org/>
- Zhaimina V.Ya., Bivtyshkin V.M., Fazylov E.M., Musina E.S., Shabalina L.V., Prihod'ko D.V. (2017) Upper Devonian-Carboniferous Reef Buildups of the Bolshoi Karatau Mountains (South Kazakhstan). *Field Trip Guidebook for the International Field Meeting of the I.U.G.S. Subcommittee on Carboniferous Stratigraphy*. Almaty-Turkestan. August 15-22, 2017. Almaty, 378. 188 p. (In Russian and English)