

Ретроспектива (2010–2024 гг.) исследований по геологии рифея Южного Урала. Статья 1. Публикации по стратиграфии, палеонтологии и палеомагнетизму, литологии и геохимии осадочных пород

А. В. Маслов

Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварыцкого УрО РАН, 620110, г. Екатеринбург,
ул. Академика Вонсовского, 15

Геологический институт РАН, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 1, e-mail: amas2004@mail.ru

Поступила в редакцию 14.01.2025 г., принятая к печати 20.02.2025 г.

Объектами исследования выступают опубликованные в 2010–октябре 2024 г. и размещенные в Научной электронной библиотеке на платформе eLIBRARY.ru разнообразные статьи и заметки по стратиграфии, палеонтологии, палеомагнетизму, литологии и геохимии осадочных пород рифея одной из крупнейших структур западного склона Южного Урала – Башкирского мегантиклинория. Разрезы рифея западного крыла названного мегантиклинория были приобретены Н.С. Шатским в качестве стратотипических для рифейской группы. *Материал и метод*. Выполнен анализ полученных в результате многолетних работ большой группы авторов новых фактов, представлений и гипотез о стратиграфии, литологии и условиях образования терригенных и карбонатных последовательностей рифея. Рассмотрены новые данные по геохимии осадочных пород рифея, изотопном составе кислорода, углерода и азота в карбонатных породах, а также геохимии связанных с ними проявлений органического вещества. *Результаты*. Знакомство с исследованиями по различным аспектам геологии рифея Башкирского мегантиклинория, размещенными в Научной электронной библиотеке, показало, что за последние 15 лет опубликовано большое количество работ, часть из которых посвящена конкретным вопросам и фактам, а часть открывает новые страницы в истории исследований геологии названной структуры. *Выводы*. Критический анализ всех рассмотренных в данном обзоре публикаций по геологии рифея Башкирского мегантиклинория позволил получить наглядное представление о современных результатах исследований в области стратиграфии, палеонтологии и палеомагнетизма, а также литологии и геохимии осадочных пород. Во многом эти исследования находятся на современном уровне подобного рода работ в мире, но есть и направления, требующие особой поддержки и заботы.

Ключевые слова: Южный Урал, рифей, результаты исследований, 2010–октябрь 2024 г.

Источник финансирования

Исследования проведены в соответствии с темами государственных заданий ИГГ УрО РАН (номер госрегистрации 123011800013-6) и ГИН РАН (FMMG-2023-0004)

A retrospective review (2010–2024) of research on the Riphean geology of the Southern Urals. Article 1. Publications on stratigraphy, paleontology, paleomagnetism, lithology, and geochemistry of sedimentary rocks

Andrey V. Maslov

A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, UB RAS, 15 Academician Vonsovsky st., Ekaterinburg 620110, Russia
Geological Institute, RAS, 7/1 Pyzhevsky lane, Moscow 119017, Russia, e-mail: amas2004@mail.ru

Received 14.01.2025, accepted 20.02.2025

Research subject. Research articles and notes on stratigraphy, paleontology, paleomagnetism, lithology, and geochemistry of Riphean sedimentary rocks of one of the largest structures on the western slope of the Southern Urals – the Bashkir mega-anticlinorium, published during the period from 2010 to October, 2024 and available at the Scientific Electronic Library on the eLIBRARY.ru platform. The Riphean sections of the western wing of this mega-anticlinorium were accepted by N.S. Shatsky as a stratotype for the Riphean group. *Materials and methods*. An analysis of new facts, ideas,

Для цитирования: Маслов А.В. (2025) Ретроспектива (2010–2024 гг.) исследований по геологии рифея Южного Урала. Статья 1. Публикации по стратиграфии, палеонтологии и палеомагнетизму, литологии и геохимии осадочных пород. *Литосфера*, 25(6), 1221–1248. <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2025-25-6-1221-1248>. EDN: QXWSCE

For citation: Maslov A.V. (2025) A retrospective review (2010–2024) of research on the Riphean geology of the Southern Urals. Article 1. Publications on stratigraphy, paleontology, paleomagnetism, lithology, and geochemistry of sedimentary rocks. *Lithosphere (Russia)*, 25(6), 1221–1248. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2025-25-6-1221-1248>. EDN: QXWSCE

and hypotheses on the stratigraphy, lithology, and formation conditions of terrigenous and carbonate sequences of the Riphean obtained as a result of long-term studies of a large group of authors was performed. New data on the geochemistry of Riphean sedimentary rocks, the isotopic composition of oxygen, carbon, and nitrogen in carbonate rocks, as well as the geochemistry of the associated manifestations of organic matter were considered. *Results.* The conducted review of research on various aspects of the Riphean geology of the Bashkir mega-anticlinorium, available at the eLIBRARY.ru platform, has revealed a large number of works published over the last 15 years. Some of these works are devoted to specific issues and facts, while others open new pages in the history of research into the geology of the Bashkir mega-anticlinorium. *Conclusions.* The critical analysis of publications on the Riphean geology of the Bashkir mega-anticlinorium provides a clear picture of contemporary achievements in the field of stratigraphy, paleontology, and paleomagnetism, as well as lithology and geochemistry of sedimentary rocks. In many respects, these studies are conducted at the international level; however, some areas require special support and care in order to be continued.

Keywords: Southern Urals, Riphean, research results, 2010–2024

Funding information

The studies were carried out in accordance with the theme of the state assignment of the IGG UB RAS (No. 123011800013-6) and GIN RAS (FMMG-2023-0004)

Acknowledgements

The author is grateful to the anonymous reviewers, whose comments and advice allowed him to improve this review in one way or another. Illustration for the article was prepared by N.S. Glushkova.

ВВЕДЕНИЕ

В 1998 г. вышла в свет монография “Осадочные последовательности рифея типовой местности”, посвященная ретроспективному обзору седиментологических, палеогеографических, литолого-минералогических и петрогохимических исследований осадочных толщ рифея Башкирского мегантиклинория (Маслов и др., 1998). Спустя почти четверть века были опубликованы обзоры исследований венда Южного и Среднего Урала начала XXI в. (Маслов, 2022а, б). Этим, не считая кратких обзоров исследований, присутствующих в ряде монографий и во вводных частях разных статей, список подобного рода публикаций практически исчерпывается. Между тем знакомство с исследованиями различных аспектов геологии рифея Башкирского мегантиклинория, размещенными в Научной электронной библиотеке на платформе eLIBRARY.ru, показывает, что только за последние 15 лет было опубликовано более 300 статей, заметок и тезисов конференций и совещаний. Часть из них посвящена небольшим конкретным вопросам и фактам, а часть является блестящими работами, иногда даже открывающими крупные главы в истории исследований. Охватить их все под одним углом зрения чрезвычайно трудно, но постараться это сделать все же можно.

В настоящей серии из трех работ дан обзор публикаций по самым разным аспектам геологии рифея Башкирского мегантиклинория: статья 1 посвящена исследованиям по стратиграфии, палеонтологии и палеомагнетизму, литологии и геохимии осадочных пород; статья 2 – результатам датирования магматогенного и обломочного циркона, дан-

ным анализом тектоники и геодинамики, магматизма и метаморфизма; статья 3 – работам по минерализации и минерагении, которые увидели свет в период с 2010 по октябрь 2024 г. В обзор не вошли монографии и статьи из ряда журналов РАН, становившиеся достоянием специалистов после 2 лет платного доступа. Нет также в подготовленных обзорах работ ряда авторов, не представленных по каким-либо причинам на указанной платформе. Еще одной особенностью предлагаемых вниманию читателей статей являлось стремление минимизировать упоминание собственных работ. Те же из них, что все-таки присутствуют, посвящены интересной тематике или в чем-то не отвечают обычным для нас работам. В мои задачи не входила и обязанность снабдить собственными комментариями все публикации, но в конце каждого обзора приведены краткие соображения по современному состоянию исследований. В заключение выражаем надежду, что потраченные на систематизацию материала и подготовку обзоров усилия и время не пропадут впустую. Одним из аргументов в пользу сказанного служит то, что в ряде представленных далее работ встречаются выводы предшественников, но ссылок на них уже нет.

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАШКИРСКОГО МЕГАНТИКЛИНОРИЯ

Башкирский мегантиклинорий/антеклинорий представляет собой крупнейшую положительную структуру западного склона Южного Урала (Стратотип..., 1983; Пучков, 2000, 2010 и др.; Маслов и др., 2001; Князев и др., 2013). Он протягивается по-

лосой шириной до 200 км от широтного течения р. Белой на юге до г. Нижний Уфалей на северо-востоке (рис. 1а) и сложен преимущественно рифейско-вендинскими терригенными, терригенно-карбонатными и карбонатными отложениями. В его северо-восточной части породы айской свиты бурзянской серии с размывом и угловым несогласием залегают на архейско-нижнепротерозойских образованиях.

Западное крыло Башкирского мегантиклинория является, по Н.С. Шатскому (Козлов, 1982)¹ стратотипической местностью рифея. Рифей представлен здесь интра- и перикратонными терригенными, карбонатно-терригенными и карбонатными последовательностями, на некоторых уровнях среди которых в осевой зоне мегантиклинория присутствуют вулканиты (Стратотип..., 1983; Нижний..., 1989; Маслов и др., 2001, 2002; Семихатов и др., 2009, 2015).

Стратотип рифея объединяет крупные седиментационные серии: бурзянскую, юрматинскую и каратаускую (рис. 1б), являющиеся эталонами нижнего, среднего и верхнего рифея соответственно. Бурзянская серия на северо-востоке Башкирского мегантиклинория (Бакало-Саткинский район) объединяет айскую, саткинскую и бакальскую свиты. Айская свита представлена преимущественно терригенными породами с трахибазальтами в нижней части. Саткинская свита объединяет в основном доломиты. Бакальская свита сложена в нижней части низкоуглеродистыми глинистыми сланцами, а в верхней – терригенными и карбонатными пачками. В центральных районах мегантиклинория аналогами названных стратонов считаются большейнерская, суранская и юшинская свиты (Стратотип..., 1983; Нижний..., 1989).

На отложениях бурзянской серии с перерывом и угловым несогласием залегают терригенные и терригенно-карбонатные образования юрматинской серии. В осевой зоне мегантиклинория серия объединяет машакскую (в Бакало-Саткинском районе она отсутствует), зигальгинскую, зигазино-комаровскую и авзянскую свиты. Машакская свита сложена в основном песчаниками и конгломератами, чередующимися в нижней части с метабазальтами и метариолитами. Зигальгинская свита объединяет преимущественно кварцевые песчаники. Зигазино-комаровская свита представлена пакетами и пачками переслаивания глинистых сланцев, алевролитов и песчаников. Авзянская свита включает несколько карбонатных и аллюмосиликокластических толщ. В бассейне р. Кужа (приток р. Нукус) на юго-за-

паде мегантиклинория с нижней частью авзянской свиты сопоставляется кужинская толща (Стратотип..., 1983), но эту точку зрения разделяют не все исследователи.

Каратауская серия в западной и центральной частях Башкирского мегантиклинория объединяет зильмердакскую, катавскую, инзерскую, миньярскую и укскую свиты. На подстилающих породах она залегает с перерывом, длительность которого могла достигать 250 млн лет. Зильмердакская свита включает аркозовые песчаники (бирьянская подсвита), пачки переслаивания песчаников, алевролитов и глинистых сланцев (нугушская и бедерышинская подсвиты), а также толщу кварцевых песчаников (лемезинская подсвита). Катавская свита сложена преимущественно глинистыми известняками и мергелями. Инзерская свита представлена глауконито-кварцевыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами. В западной части мегантиклинория в ее основании присутствует толща сероцветных известняков (подинзерские слои). Миньярская свита сложена преимущественно доломитами. Укская свита представлена терригенными и карбонатными породами. Возможно, к рифею принадлежат также бакеевская свита ашинской серии и сопоставляемые с ней толпаровская и суировская свиты окрестностей д. Толпарово.

На востоке Башкирского мегантиклинория в Маярдакском антиклинории нижнерифейский возраст имеет кызылташскую свиту (аналог суранской свиты), сложенная двуслюдяно-плагиоклаз-кварцевыми и мусковит-кварцевыми сланцами, часто графитсодержащими, и мраморами (Сначев и др., 2012; см. также ссылки в этой работе; Иванов, Пучков, 2022; см. также ссылки в этой работе). В ядре антиклинория известны также эклогиты по дайкам и силлам основного состава машакского возраста. Аналогами машакской свиты более западных районов выступают здесь аюсапанская и белетарская свиты, представленные мусковит-хлорит-кварцевыми и серицит-хлорит-кварцевыми с хлоритоидом сланцами, слюдистыми кварцитами и метаконгломератами, а также хлоритоид-кварцевыми сланцами, амфиболитами и графитистыми кварцитами. Выше наблюдается последовательность стратонов, типичная для всего мегантиклинория, – зигальгинская (кварциты с мусковитом, графит-мусковит-кварцевые сланцы), зигазино-комаровская (двуслюдяно-полевошпат-кварцевые, мусковит-полевошпат-кварцевые, хлоритоид-мусковит-кварцевые сланцы, кварциты, доломиты, мраморы), авзянская (двуслюдяно-полевошпат-кварцевые, мусковит-кварцевые сланцы, доломиты, мраморы, кварциты) и зильмердакская (аркозовые кварцитопесчаники, слюдистые кварциты, мусковит-кварцевые сланцы, метагравелиты и метаконгломераты, кварц-сериицит-хлоритовые сланцы, филлитизированные алевролиты, кварцитовидные песчаники, мраморы-

¹ Мы специально даем ссылку не на публикацию Н.С. Шатского (1960), а на работу цитированного ее В.И. Козлова, так как точка зрения последнего важна далее для оценки ситуации с так называемым аршининием/заканчивающим рифеем.

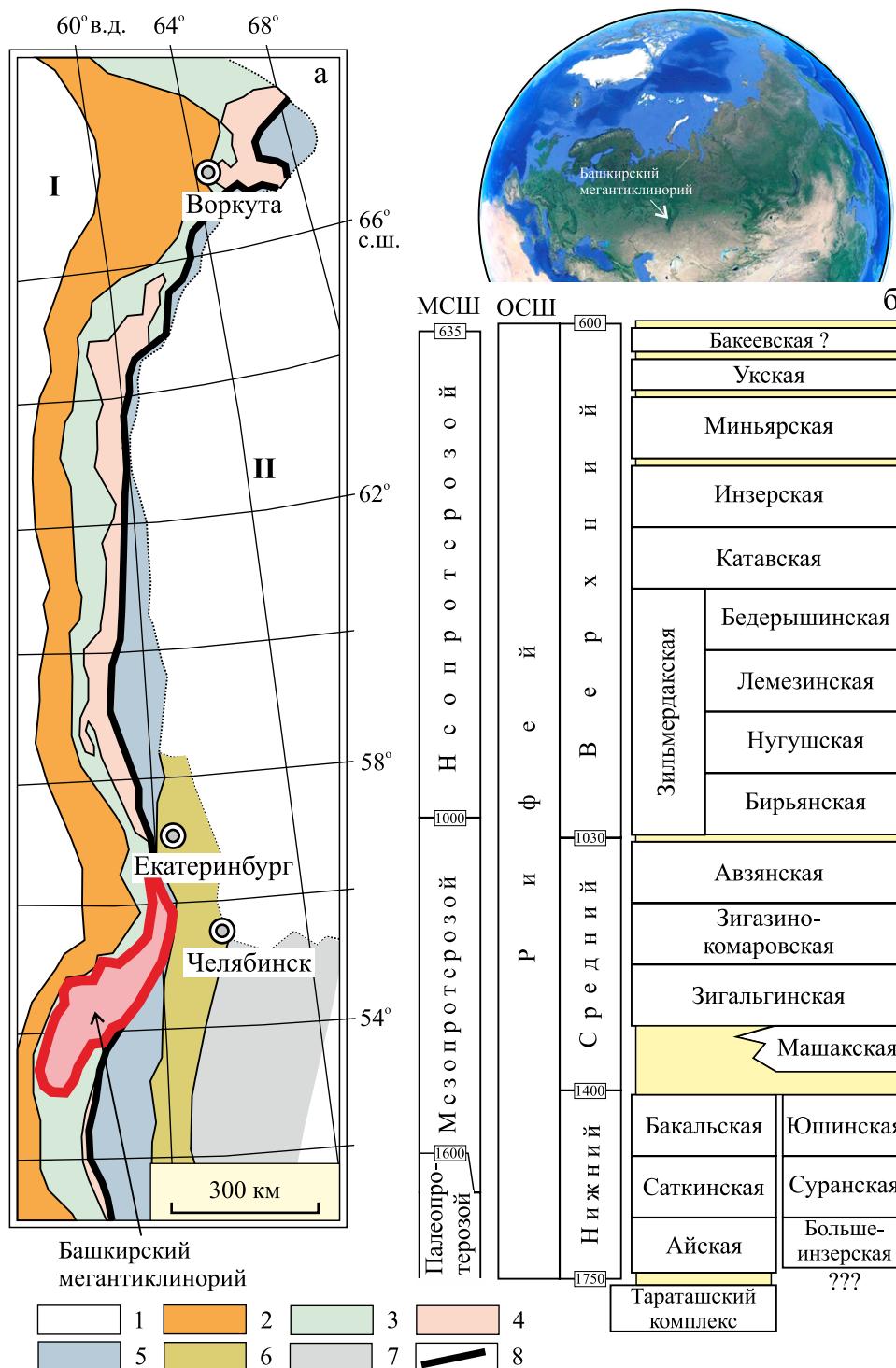


Рис. 1. Схема строения Уральского складчатого пояса (а) (Петров, Маслов, 2024, с изм.) и сводная стратиграфическая колонка стратотипа рифея (б).

МСШ – Международная стратиграфическая шкала (версия v2020/03, www.stratigraphy.org); ОСШ – Общая стратиграфическая (геохронологическая) шкала России (по состоянию на 2019 г., http://www.vsegei.com/ru/info/stratigraphy/stratigraphic_scale); возраст нижних границ нижнего и среднего рифея показан в соответствии с представлениями (Краснообаев и др., 2013а, б; Семихатов и др., 2015).

Бледно-желтый фон – перерывы без указания длительности.

1 – осадочный чехол платформ: Восточно-Европейской (I) и Западно-Сибирской (II); 2–4 – палеоконтинентальный сектор Урала: 2 – Предуральский краевой прогиб, 3 – Западно-Уральская мегазона (палеозойские комплексы пассивной континентальной окраины и континентального склона), 4 – Центрально-Уральская мегазона (докембрийские образования);

5–7 – палеоокеанический сектор Урала: 5 – Магнитогорская, Тагильская и Войкаро-Щучинская мегазоны (палеозойские преимущественно островодужные образования), 6 – Восточно-Уральская мегазона, 7 – Зауральская мегазона (палеозойские и докембрийские комплексы); 8 – Главный Уральский разлом.

Fig. 1. The structure of the Ural folded belt (a) (Petrov, Maslov, 2024, with changes) and the summary stratigraphic column of the Riphean stratotype (б).

МСШ – International Stratigraphic Chart (version v2020/03, www.stratigraphy.org); ОСШ – General Stratigraphic (Geochronological) Scale of Russia (as of 2019, http://www.vsegei.com/ru/info/stratigraphy/stratigraphic_scale); the age of the lower boundaries of the Lower and Middle Riphean is shown in accordance with the ideas of (Krasnobaev et al., 2013a, b; Semikhatov et al., 2015).

Pale yellow background – breaks without duration indication.

1 – sedimentary cover of the platforms: East European (I) and West Siberian (II); 2–4 – paleocontinental sector of the Urals: 2 – Cis-Ural foredeep, 3 – West Ural megazone (Paleozoic complexes of the passive continental margin and continental slope), 4 – Central Ural megazone (Precambrian formations); 5–7 – paleoceanic sector of the Urals: 5 – Magnitogorsk, Tagil and Voikar-Shchuchya megazones (Paleozoic mainly island-arc formations), 6 – East Ural megazone, 7 – Trans-Ural megazone (Paleozoic and Precambrian complexes); 8 – Main Ural Fault.

зованные известняки) свиты. Основанием для выделения восточной зоны является метаморфизм (от зеленосланцевой до эклогитовой фации). В составе зигазино-комаровской и авзянской свитах в Маярдакском и Таганайском антиклиниориях, а также в Златоустовском районе значительно возрастает по сравнению с таковой западных разрезов степень метаморфизма и появляются разнообразные сланцы, в том числе графитистые, а алевролиты и песчаники приобретают кварцитовидный облик. меняется и литологический состав названных свит.

В Златоустово-Таганайской зоне предполагается наличие всех стратонов рифея начиная с айской свиты, однако фактически на поверхность выходит только полный разрез среднего и верхнего рифея, заметно отличающийся по степени метаморфизма и составу от стратотипических разрезов западного крыла Башкирского мегантиклинория (Иванов, Пучков, 2022). К востоку от Зюраткульского разлома разрез начинается с осадочно-вулканогенной кувашской свиты, сложенной амфиболитами, биотит-гранатовыми гнейсами, кварцитами и альбит-олигоклазовыми порфириодами с прослоями кварц-слюдистых сланцев и конгломератов. Выше предположительно залегают гнейсы и амфиболиты уфалейской свиты. Разрез среднего рифея наращивается таганайской свитой, объединяющей гранат-слюдистые и гранат-ставролит-слюдистые сланцы с прослоями кварцитов, кварциты и кварц-гранат-кианитовые сланцы, и уренгинской свитой, в составе которой присутствуют ставролит-биотит-кварцевые и дистен-мусковит-кварцевые сланцы. Вышележащая уйташская свита относится к верхнему рифею и объединяет арковые кварциты с прослоями конгломератов, кварциты, слюдистые кварциты и кварц-слюдистые сланцы.

В настоящей работе освещены результаты исследований² по двум направлениям: 1) стратиграф-

фия, палеонтология и палеомагнетизм; 2) литология и геохимия осадочных пород. Возможности хотя бы кратко остановиться на их предыстории у нас нет, поэтому отчасти они могут казаться “висящими в воздухе”, но это совершенно не так.

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СТРАТИГРАФИИ, ПАЛЕОНТОЛОГИИ И ПАЛЕОМАГНЕТИЗМА

Авторы публикации (Сергеев и др., 2010) разработали, в том числе с учетом данных по рифею Южного Урала, модель развития органического мира от середины раннего протерозоя до раннего кембра. В основу ее положены сведения об окременных и органостенных микробиотах, отпечатках бесскелетных многоклеточных животных и биомаркерах. Выделены семь этапов развития органического мира, отражающих и эволюцию организмов и необратимое изменение атмо-, гидро- и литосферы: Лабрадорский, Анабарский, Турюханский, Учуро-Майский, Южно-Уральский, Амадеусский и Беломорский. Наиболее яркий рубеж в развитии микромира демонстрируют органостенные микробиоты нижнего рифея Анабарского поднятия и серии Ропер Австралии. Резкие изменения в составе микрофоссилий наблюдаются в середине позднего рифея и на рубеже рифея и венда.

Результаты Sm-Nd и Rb-Sr датирования габбро, гранитоидов и магнетит-ильменитовых руд кусинско-копанского комплекса дали основание авторам работы (Холоднов и др., 2010) считать, что все перечисленные образования сформированы 1395–1385 млн лет назад, а Рябиновский и Губенский массивы гранитоидов одновозрастны с габброидами и являются дифференциатами базальтовой магмы.

Анализ минералогических особенностей терригенных пород, вскрытых скв. 1 Кулгунинская, привел Н.Д. Сергееву (2011) к выводу, что уральский рифей представлен в ней только зильмердакской и катавской свитами. Ниже отметки 990 м залегают

² Внутри каждого раздела публикации размещены в хронологическом порядке.

тически платформенные образования, характерные для востока Русской плиты.

Минералогические данные позволили Н.Д. Сергеевой (2011а) также предположить, что в Ямантауском антиклиниории навышской подсвиты айской свиты отвечает криволукская свита, которая должна занимать базальное положение в разрезе названного антиклиниория. Автор считает, что, возможно, навышская подсвита не является самым древним стратоном рифея, но не исключены и другие варианты объяснения корреляции криволукских и навышских песчаников по результатам минералогического анализа.

В качестве причины частой встречаемости палеозойских датировок магматических образований в пределах Башкирского мегантиклиниория авторами работы (Пучков и др., 2011) высказано предположение, что среди древних вулканитов имеются более молодые породы, возраст которых может отвечать границе ордовика и силура.

Характеризуя новый стратон рифея (аршиний/завершающий рифей), В.И. Козлов с соавторами (2011) отмечают, что отвечающая ему однотипная серия включает осадочные, вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования байнассской, махмутовской, игонинской и шумской свит. В составе серии присутствуют два горизонта тиллитоподобных конгломератов. Циркон из метабазальтов игонинской свиты имеет возраст 709.9 ± 7.3 млн лет (SHRIMP II). По-видимому, в Общей стратиграфической шкале докембрия России можно выделить надкаратауский/довенденский стратон с возрастом $720 \pm 7 \dots 600 \pm 10$ млн лет.

Авторами заметки (Мичурин, Шарипова, 2011) на основе результатов химического датирования высказано предположение, что уранинит из пород большеинзерской свиты образован во время эпигенетической перекристаллизации, связанной с гренвильской тектономагматической активизацией. С более поздней активизацией (600–700 млн лет назад) связано, вероятно, формирование зон серicitизации и Th минерализации.

В статье (Станевич и др., 2012) показано, что во многих случаях таксономические расхождения палеобиот разных свит обусловлены обстановками осадконакопления и, как следствие, разного типа биоценозами, приуроченными к ним. Это в той или иной мере относится и к микрофитопланктону, большая часть которого деструктурируется по пути к захоронению в зонах с застойным типом седimentации. Имеющийся материал показывает богатство рифейской жизни. Сказанное может быть основой для построения морфологических рядов акритарх, предположительно соответствующих циклам развития представителей крупных таксонов растительного мира. В них можно выявить и эволюционные тренды изменчивости морфологии.

Датирование современными методами вулканитов Башкирского мегантиклиниория привело к существенной (иногда до 100 млн лет) корректировке возраста границ стратонов. Это позволило поставить вопрос о принадлежности айских и машакских вулканитов к крупным магматическим провинциям, формирование которых могло быть связано с суперплюмами (Пучков и др., 2012).

Новые данные о находках фауны в докембрийских отложениях западного склона Южного Урала можно найти в статье (Иванушкин, 2012). По мнению автора, имеющийся палеонтологический материал по Западно-Уральскому субрегиону позволяет отнести к венду укскую свиту и коррелируемые с ней подразделения. Этот вывод обосновывается присутствием в верхней части клыктанской свиты Среднего Урала, коррелируемой с укской свитой, IV комплекса микрофитолитов, а также слепков бесскелетных *Metazoa*. Кроме того, со ссылкой на данные В.Г. Варганова с коллегами отмечено, что в укской свите в бассейне р. Белой выявлен комплекс мелких скелетных организмов. Собственные палеонтологические находки автора включают желваковые строматолиты *Paniscollenia* sp., нитчатые известковые водоросли *Oscillatoriopsis* sp., *Korilophyton* sp. и *Proaulopora* sp., а также фрагменты известковых нитчатых синезеленых макроводорослей.

Характеристика лимитотипа нижней границы нижнего рифея приведена в публикации (Сергеева и др., 2013). В описываемом разрезе присутствуют две пачки базальтоидов, датирование циркона из которых показало наличие кристаллов неоархейского, палео- и неопротерозойского возраста. Две последние группы считаются метаморфически преобразованными. Песчаники и конгломераты айской свиты залегают на базальтоидах трансгрессивно, а их контакт сложно дислоцирован.

Ф.Р. Ардисламов и Д.Е. Савельев (2013) отместили несколько актуальных вопросов изучения машакской свиты. Один из них – положение в стратотипической местности так называемой верхней базальтовой толщи (подстилающие и перекрывающие ее кварцитопесчаники принадлежат к зигальгинской свите или к самим верхам машакской?). Требует уточнения стратиграфическая позиция конгломератов, известных на западном склоне горы Дунансунган и на водоразделе Бол. и Мал. Каравуды, где риолиты и риодакиты машакской свиты залегают на них с угловым несогласием. Необходимо определиться с корреляцией так называемого нерасчлененного машака на левом берегу р. Бол. Инзер и аюсапканской и белетарской свит Маярдакского антиклиниория. Еще один вопрос – механизм формирования практически непрерывного горизонта кремнекислых эфузивов в основании свиты. Дискуссионны также скорость и обстановки накопления осадочных образований, чередующихся

с вулканитами. Удивительно выдержанное пологое залегание машакской свиты на большой территории, слабая тектоническая нарушенность пород и выраженная связь с современным рельефом, по мнению авторов, не согласуются с древним возрастом и несколькими фазами складчатости, имевшими место после их образования.

Первая U-Pb (Pb-Pb) датировка диагенетических фосфоритов зигазино-комаровской свиты опубликована в работе (Овчинникова и др., 2013). Авторами установлено согласующееся со стратиграфическим положением свиты значение возраста 1330 ± 20 млн лет.

В.Н. Пучков с соавторами (2014) рассматривают в качестве пограничных стратонов рифея—венда аршинскую (завершающий рифей) и ашинскую (венд) серии, слагающие соответственно восточное и западное крылья Башкирского мегантиклинория. Криволукская свита сопоставлена ими с верхней частью аршинской серии. Тиллиты аршинской серии, залегающие ниже вулканитов с возрастом 732–707 млн лет, принадлежат, по-видимому, одному из оледенений криогения.

Новый взгляд на стратификацию машакской свиты хр. Бол. Шатак можно найти в заметке (Ларионов, 2014). Автор отмечает, что свита здесь имеет сегментное строение. Границами сегментов являются разрывные нарушения. В каждом последующем сегменте возможно повторение разреза предыдущего. В общем виде свита на хр. Бол. Шатак объединяет четыре подсвиты: кузьелгинскую (метапесчаники, гравелиты, конгломераты, метапелиты, базальтоиды, кислые и субщелочные породы, мощность 400–450 м), казавдинскую (песчаники, метаалевролиты и метапелиты, до 450 м), быковскую (филлитизированные углеродисто-глинистые сланцы с прослойками алевролитов и слюдисто-глинистых сланцев, до 200 м), малошатаакскую (метапесчаники, конгломераты, базальтоиды, метаалевропелиты, метаалевролиты, 1000–1300 м).

Анализ изотопных систем позволил Ю.Л. Ронкину (Ронкин и др., 2015а, б; Ронкин, 2017) сделать вывод, что изотопные Lu-Hf возрасты формирования гранитов рапакиви и ассоциирующих с ними пород Южного Урала практически идентичны (≈ 1383 млн лет), совпадая с датировками базальтириолитового вулканизма Южного Урала, гранитного магматизма Лаврентии и даек Сибирского кратона. Источниками гранитов рапакиви, кварцевых сиенодиоритов и нефелиновых сиенитов Бердяушского plutона выступали в основном породы коры с возрастом 2.2–2.0 млрд лет. Габбро Бердяуша имеют четкие доказательства формирования из вещества с модельными Lu-Hf возрастами $1658\text{--}1685$ млн лет и значениями $e_{\text{Hf}}(1380) = 4.1 \pm 0.7\text{--}4.9 \pm 0.6$.

В статье А.Г. Иванушкина (2016) суммированы результаты исследований геологического строения и стратиграфии типовых разрезов нижнего и сред-

него рифея Тараташской антиклинали. В стратиграфические схемы западного и восточного обрамления антиклинали, по мнению автора, помимо авзянской свиты, следует ввести зигазино-комаровскую и зигальгинскую свиты, ранее здесь не выделяемые, а все местные стратиграфические подразделения, ранее относимые к авзянской свите (кукшикскую, багрушскую и другие толщи), упразднить. Утверждается также, что зигальгинская свита и бирьянская подсвита в направлении к ядру антиклинали залегают на подстилающих стратонах с размытом и региональными угловыми несогласиями в $2\text{--}3^\circ$.

Обновленная схема стратиграфии стратотипа рифея рассмотрена в работе (Пучков и др., 2017а). Как подчеркнули авторы, необходимость ее обновления возникла в связи с получением современных датировок по циркону и бадделеиту трех уровней вулканизма (навышского, машакского и аршинского), а также выделением нового стратона (аршина).

Авторами статьи (Kuznetsov et al., 2017) уточнен изохронный Pb-Pb возраст карбонатных пород инзерской и миньярской свит каратауской серии — 844 ± 24 и 820 ± 77 млн лет. Изотопный состав С в неизмененных их разностях варьирует в интервале от -2.8 до 5.9\% (большинство значений ниже 3.0\%). Величины $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в породах нижней части инзерской свиты составляют от 0.70522 до 0.70534, тогда как в карбонатных породах верхней части инзерской и миньярской свитах они равны 0.70555–0.70600. Первый из указанных диапазонов значений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, по представлениям авторов, аналогичен типичному для морской воды $1.03\text{--}0.95$ млрд лет назад, а это предполагает нерадиогенный изотопный состав Sr морской воды после сборки Родинии. Следовательно, орогенез суперконтинентального масштаба не привел к усиленному потоку радиогенного Sr с суши на протяжении почти 150 млн лет. Для объяснения указанного феномена высказано предположение, что Родиния была окружена континентальными дугами, сток с которых происходил преимущественно внутрь суперконтинента. Данная модель позволяет, по мнению авторов, не противоречиво объяснить многие факты геологической эволюции Родинии.

Сопоставление микрофоссилий рифея Южного Урала (зигазино-комаровская, авзянская, зильмердакская, инзерская и уксская свиты) и протерозоя Восточной Сибири позволило авторам публикации (Станевич и др., 2018) утверждать, что с учетом тенденции к удревнению оценок возраста появления сложных морфотипов, а также современных представлений о возникновении основных типов эукариот прежде всего использовать многие известные формы акритарх для прямого определения возраста отложений без учета геологических и геохронологических данных.

Публикация (Сергеева и др., 2018) посвящена корреляции отложений рифея Волго-Уральской области и Южного Урала и базируется на результатах анализа данных сейсморазведочных работ, проведенных трестом “Башнефтегеофизика” в Предуральском прогибе и западной части Уральской складчатой области. Отмечено, что отражающие площадки в отложениях рифея и венда Камско-Бельского авлакогена прослеживаются через параметрические скважины 5 Шиханская, 6 Ахмеровская и 1 Кулгунинская до Калуского надвига Башкирского мегантиклинория. При этом на профилях выделяются три блока, разделенных листрическими разломами. В наиболее восточном из них, где пробурена скв. 1 Кулгунино, можно видеть зону сопряжения авлакогена и складчатого Урала, однако, как отмечают авторы, особенности перехода образований авлакогена и складчатой области здесь не наблюдаются из-за тектонической нарушенности их первоначального соотношения. Значительное внимание в работе уделено сопоставлению результатов минералогических исследований терригенных пород рифея Волго-Уральской области и Южного Урала. Указано на наличие общего источника кластики для нижней подсвиты кабаковской свиты, бакальской и юшинской свит. Сходные черты состава и строения бурзянской и кырпинской серий свидетельствуют о близких условиях формирования отложений и тесной связи бассейнов осадконакопления бурзянения. Единый осадочный бассейн просуществовал здесь до венда, но площадь его постепенно сокращалась.

Рассматривая вопросы корреляции отложений рифея Южного и Северного Урала, Г.А. Петров (2018а, б) указал, что закономерности строения осадочных последовательностей Южного Урала не являются универсальными, так как обусловлены в той или иной мере циклами плюмовой активности и рифтогенеза. На других окраинах Балтики в это время происходили другие тектонические процессы, поэтому при создании стратиграфических схем необходимо опираться прежде всего на прямые данные о возрасте местных стратонов.

На основе данных обзора современной литературы в заметке (Дуб и др., 2018а) рассматриваются текстура *molar tooth* в карбонатных породах верхней части уксской свиты. Присутствие таких текстур позволяет авторам считать, что названный стратон отвечает тонию.

Статья (Сергеева и др., 2019) содержит характеристику разрезов верхнего рифея в геопарке Толпатау. Авторы отмечают, что полнота разрезов, их доступность и великолепные горные пейзажи делают Южный Урал привлекательным не только для геологов. Эти объекты являются своеобразным полигоном для всестороннего изучения и проведения геологических экскурсий и полевой практики студентов-геологов.

Установление Rb-Sr возраста раннедиагенетических глауконитов бакеевской свиты (642 ± 9 млн лет) позволило авторами статьи (Зайцева и др., 2019) считать, что нижняя граница венда на Южном Урале имеет возраст ≈ 640 млн лет.

В публикации (Горохов и др., 2019) охарактеризованы результаты исследования методами просвечивающей электронной микроскопии, рентгеноструктурным методом, а также рассматривается U-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr и K-Ar систематика глинистых субфракций аргиллитов инзерской свиты. Установлено, что как глинистая, так и мобильная составляющие представляют собой смесь по меньшей мере двух некогенетичных генераций иллита, а силикатная фаза содержит разновозрастные аутогенные иллиты. Иллит первой генерации, присутствующий во фракциях 2–5 и 0.6–2.0 мкм, образовался вскоре после накопления осадков, и его изотопный возраст 836–803 млн лет согласуется со стратиграфическим возрастом свиты.

На основе данных спектрального анализа верхней части разреза катавской свиты у г. Юрзань в работах (Голованова и др., 2019, 2022) идентифицированы циклы Миланковича и показано, что интервал разреза мощностью около 66 м накопился в течение ≈ 3.2 млн лет. Оценена частота инверсий магнитного поля, составившая, по расчетам авторов, 11 за миллион лет, но, возможно, она могла быть и больше. По мнению авторов, это может указывать на возбужденное состояние геомагнитного поля как в кембрии и эдиакарии, так и в позднем рифее.

Начало “машакского магматического события” на основе Sm-Nd датирования и расчетных данных по давлению и температуре кристаллизации минеральных парагенезисов пикритов лысогорского комплекса, предполагающих принадлежность их к инициальному типу магматизма, определено как 1409 ± 89 млн лет (Ковалев и др., 2019). Эффузивный магматизм Шатакской и Машакской палеорифтогенных структур проявлен несколько позднее (≈ 1380 млн лет назад).

Палеомагнитные исследования красноцветных известняков катавской свиты и такой же окраски песчаников зильмердакской и инзерской свит позволили авторам работы (Данукалов и др., 2020) выделить в них биполярную высокотемпературную компоненту намагниченности. Установлено, что направления намагниченности в разрезах Толпарово и Карамалы смещены на $\approx 20^\circ$ по склонению относительно направлений в разрезах Юрзань, Галиакберово и др. Вероятно, это связано с тектоническими перемещениями блоков. Полученные факты позволили подтвердить вывод предыдущих исследователей о том, что намагниченность пород катавской свиты первична.

В заметке (Сергеева, 2021) приведена детальная характеристика разрезов зильмердакской и катавской свит в окрестностях д. Толпарово.

В статье (Дуб, 2021а) на основе современных представлений об изменениях био-, атмо- и гидросфера ≈ 1000 –540 млн лет назад предложен альтернативный вариант стратиграфического расчленения верхнерифейско-вендских отложений Башкирского мегантиклинория. Зильмердакская свита переведена автором в ранг серии, а три ее нижние свиты (ранее – подсвиты) отнесены к среднему рифею. Показано, что время накопления катаевской, инзерской, миньярской и укской свит существенно меньше продолжительности позднего рифея. Бакеевскую, толпаровскую, суировскую и кургашлинскую свиты автор отнес к аршинию. Урюкская свита, возможно, имеет довендинский возраст.

Анализ некоторых проблем Общей стратиграфической шкалы докембра, в том числе неопределенностей в иерархии подразделений представлен в публикации (Дуб, 2021б). Автор предложил упразднить акротемы/акроны, рассматривать протерозой и архей эонотемами/эонами, минимизировать использование терминов “верхний протерозой” и “нижний протерозой”, придать рифею и венду ранг эратем/эр, сохранив для последнего статус системы/периода, а бурзянский, юрматиний, каратавий и аршиний считать системами/периодами рифея. Нижнюю границу верхнего рифея следует проводить по первому появлению микрофоссилий *Trachyhystrichosphaera* sp., а терминального рифея/аршиния – по подошве тиллитов, образовавшихся во время оледенения Стерт. Нижнюю границу венда, вероятно, необходимо поднять до кровли тиллитов Гаскье.

Н.Д. Сергеева и В.Н. Пучков (2022) обосновали необходимость корректировки отдельных стратиграфических уровней утвержденной в 1993 г. Стратиграфической схемы верхнедокембрейских отложений Урала появлением новых литолого-стратиграфических, геотектонических и изотопно-геохронологических материалов. В качестве опорных хронологических рубежей при корреляции указаны магматизм навышского (1752 млн лет) и машакского (1380–1386 млн лет) этапов, а также аршинское магматическое событие (709.9 ± 7.3 – 732.0 ± 17.0 млн лет). Датирование последнего позволило выделить новый стратон: завершающий рифей (аршиний), отвечающий аршинской серии.

Статья (Сергеева, Дьякова, 2022а) посвящена характеристике катаевской свиты северной части Инзерского синклиниория в районе б/п Славной. Показано, что разрезы катаевской свиты этой части синклиниория имеют сходные черты строения с разрезами свиты в ядре Инзерского синклиниория. Авторы считают, что дальнейшие исследования катаевской и других свит верхнего рифея позволяют уточнить особенности формирования верхнерифейского осадочного бассейна на Южном Урале.

Детальные описания и зарисовки разрезов катаевской и инзерской свит Инзерского синклиниория

можно найти в работе (Сергеева, Дьякова, 2022б). Использование дорожных карьеров и выемок позволило авторам значительно дополнить представления о вещественном составе и мощности пород, слагающих свиты, и их взаимоотношениях. Для стратотипических разрезов инзерской свиты в районе пос. Инзер впервые приведена подробная характеристика, подсчитана мощность свиты в описанных фрагментах и указано местоположение их в страторегионе.

В публикации (Мичурин и др., 2022а) обобщены результаты исследования стратотипического разреза тюльменской подсвиты авязянской свиты (бассейн р. Тюльмень) и прорывающих его габбро-долеритов. Показано, что границы практически всех слоев в разрезе не стратиграфические, а тектонические (взбросы? надвиги?). Сказанное не позволяет корректно судить о мощности слагающих разрез пород и постепенном переходе от авязянской свиты к зильмердакской. Предполагается также, что присутствие в осадочных породах хлорита, аннита, флогопита и обогащение F могли быть связаны с воздействием постмагматических флюидов.

Анализ Rb-Sr систематики глауконита укской свиты позволил авторам заметки (Зайцева и др., 2022) получить возраст 709 ± 14 млн лет. Предполагается, что он меньше возраста диагенеза осадков, но тем не менее может быть использован для оценки верхней границы укской свиты.

Методы стратиграфического расчленения докембрейских отложений рассмотрены в статье (Дуб, 2022). Автор считает, что региональными работами невозможно решить проблемы, накопившиеся в стратиграфии верхнего докембра России и сопредельных стран. Приведены аргументы в пользу того, что докембрейский фрагмент ОСШ должен иметь хроностратиграфический каркас, как и шкала фанерозоя. Особое внимание уделено границе рифея и венда.

Авторы работы (Golovanova et al., 2023) проанализировали подробные магнито- и циклостратиграфический профили катаевской свиты (время формирования между 900 и 800 млн лет), подтвердив первичную природу намагниченности в этих породах. Циклостратиграфическое исследование выявило несколько орбитальных периодов, включая эксцентриситет длительностью 405 тыс. лет. Оценена частота инверсий магнитного поля в катаевское время (7–12 млн лет). Это дало возможность выделить интервал гиперактивности инверсии магнитного поля в неопротерозое, и, если предположения авторов корректны, подтвердить представления, что гиперактивные и стабильные периоды магнитного поля чередуются через 200–250 млн лет.

В статье (Сергеева и др., 2023) описан опорный разрез укской свиты в окрестностях хут. Кулмас. Показано, что его строение однотипно со стратотипом (район г. Усть-Катав). Отмечено, что в послед-

нем песчаники и алевролиты нижнеукской подсвиты имеют полимиктовый состав, тогда как в первом – существенно кварцевый. Указанные различия связаны, вероятно, с разным составом пород питающих провинций. Так как в разрезе укской свиты у хут. Кулмас нижняя подсвита укской свиты представлена наиболее полно, он предложен в качестве гипостратотипа. Возраст укской свиты не выходит, по представлениям авторов, за временные рамки 820–732 млн лет.

Палеомагнитные исследования плоскообломочных карбонатных брекчий подтвердили первичную природу высокотемпературной компоненты естественной остаточной намагниченности пород катаевской свиты (Парфириев и др., 2023).

В заметке (Сергеева и др., 2024) отмечено, что аршинская серия по особенностям состава и условий формирования отвечает этапу тектонического развития региона. Серия занимает вполне определенное стратиграфическое положение и имеет надежную возрастную характеристику. Все это дало основание выделить в стратотипе рифея новое стратиграфическое подразделение (аршиний) в границах 750–650 млн лет. Так как возрастные аналоги вулканических пород серии известны на разных континентах, авторы полагают возможным в рамках событийной стратиграфии использовать их в глобальных геологических корреляциях.

В работе (Сергеева, Дьякова, 2024) опубликованы описания и зарисовки разрезов катаевской, инзерской и миньярской свит вдоль автотрассы Уфа – Инзер. Констатировано, что особенности состава и строение разрезов названных свит здесь аналогичны тем, что наблюдаются в их опорных и стратотипических разрезах. Это позволяет использовать полученные данные для стратиграфической корреляции отложений и реконструкции условий осадконакопления в различных частях палеобассейна.

На примере разреза катаевской свиты в окрестностях г. Юрюзань авторы публикации (Сальманова и др., 2024) установили, что изученный ими интервал глинистых известняков мощностью 62.6 м сформирован примерно за 4.5 млн лет (средняя скорость осадконакопления 13.8 м/млн лет). В работе (Парфириев и др., 2024) представлены результаты палеомагнитного изучения катаевской свиты в центральной части Инзерского синклиниория. Показано, что смещение здесь средних палеомагнитных направлений относительно других районов указывает на вращение Инзерского блока. Подтверждено, что магнитная запись имеет доскладчатую природу.

В результате изучения более 15 инверсий геомагнитного поля катаевского времени К.Н. Дануколовым с соавторами (2024) установлено, что большая часть их имеет закономерный характер протекания, но инверсии несколько отличаются друг от друга. Отмечены сравнительно постепенные мед-

ленные изменения параметров при выходе из стационарного состояния поля и при подходе к нему и скачкообразное изменение направления геомагнитного поля в середине процесса их протекания. Существенных отличий инверсий геомагнитного поля катаевского времени от более молодых смен полярности не выявлено. При будущих палеомагнитных исследованиях свиты необходимо уточнить время возникновения высокотемпературной компоненты намагниченности, определить скорости осадконакопления для оценки частоты инверсий и длительности переходных процессов, изучить характер геомагнитных инверсий (Голованова и др., 2024).

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЛИТОЛОГИИ И ГЕОХИМИИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Установлено, что типоморфные признаки кварца из песчаников айской, зигальгинской и зильмердакской свит позволяют считать их преимущественно литогенными (Ялышева, 2010б). Источниками кварца были в основном зрелые осадочные и осадочно-метаморфические породы раннепротерозойского проточехла Восточно-Европейской платформы. Их состав и соотношение в области сноса оставались практически постоянными на протяжении всего рифея.

Сопоставление морфометрических особенностей кварца песчаников айской и бакальской свит с одной стороны и большеинзерской и юшинской свит с другой показало, что кварц названных стратонов имеет разный генезис (в двух первых это в основном литогенный кварц, в двух других – преимущественно петрогенный) (Ялышева, 2010а).

Исследование изотопного состава S гипса из карбонатных пород кужинской толщи показало его первично-осадочную природу (Мичурин, Горожанин, 2010).

Как показано в работе (Горожанин и др., 2012), изотопно-геохимические особенности (S-изотопная аномалия, пирит, обогащенный ^{34}S) “венчающих доломитов” суировской свиты в бассейне р. Мал. Реват отражают преимущественно условия их накопления. По мнению авторов, их формирование имело место в замкнутом континентальном водоеме в окислительных и тепловодных обстановках. Вероятно, между рифеем и вендром существовал бассейн с расчлененным рельефом, в котором накапливались подводно-оползневые отложения с диамиктитами.

Исследование текстур поверхности обломочного кварца песчаников рифея позволило выяснить, что на подавляющем большинстве зерен имеются следы эпигенетических изменений (Ялышева, 2013а, б). Это могут быть борозды, канавки, новообразования глобул аморфного кремнезема, листочки и тонкие кристаллики кристабалита, следы шелушения, структуры травления, раковистые из-

ломы. “Седиментационный сигнал” на поверхности зерен не сохранился или искажен процессами эпигенеза.

Публикации (Горожанин и др., 2013б, 2014б) посвящены анализу разрезов навышской подсвиты айской свиты. Авторы считают, что формирование этого стратона происходило в асимметричном грабен-рифте. На ранней стадии рифтогенеза в результате обрушения и размытия тектонических уступов с последующим разносом кластики временными потоками и реками накопилась толща грубообломочных пород. На второй (основной) стадии в обстановке аллювиально-прибрежного мелководья произошли трещинные излияния базальтов. На завершающей стадии накопились песчаники липовской подсвиты, полностью заполнившие Навышский грабен-рифт.

Результаты изучения “венчающих доломитов” аршинской свиты, предпринятого авторами работы (Горожанин и др., 2013а), показали, что они и кэпкарбонаты неопротерозоя многих регионов мира схожи по изотопному составу С. В то же время изотопный состав О в них изменен вторичными процессами. Распределение редкоземельных элементов (РЗЭ) в описываемых породах характерно для шельфовых отложений аридного климата.

Выполненные авторами работы (Ялышева, Сергеева, 2014) изучение морфометрии обломков в конгломератах навышской подсвиты айской свиты дало возможность предположить, что нижняя ее часть в районе горы Бол. Миасс сложена преимущественно пролювиальными и/или элювиально-делювиальными образованиями. Напротив, конгломераты горы Голой имеют, скорее, аллювиальную природу. Такой же подход был использован А.И. Ялышевой для анализа обломков конгломератов кузьельгинской подсвиты машакской свиты (Ялышева, Крупенин, 2014). Названные конгломераты отнесены к прибрежно-морским подводно-коллювиальным образованиям, формировавшимся в результате обвалов и разрушения крутых склонов и уступов на побережьях озер или морей. Конгломераты зигальгинской свиты принадлежат, по всей видимости, прибрежно-морским волновым/прибойным образованиям. Материал для конгломератов машакской свиты был, вероятно, в основном местным, а в зигальгинское время он поступал из удаленных областей.

Исследование микроморфологии зерен кварца и циркона из конгломератов и песчаников рифея Башкирского мегантиклинория, Камско-Бельского авлакогена, а также шокшинских кварцитопесчаников позволило установить, что кварц базальных толщ рифея несет следы химического травления и довольно сильно корродирован (Ялышева и др., 2014). Авторы связывают это с агрессивным составом цемента (карбонат и ангидрит), а не со степенью преобразования песчаных пород. Циркон

в изученных породах принадлежит к трем группам: 1) хорошо окатанные зерна темно-розовой и малиново-красной окраски; 2) менее окатанные розовые и светло-розовые кристаллы; 3) слабо окатанные зерна. Предполагается, что источники циркона были различными.

Д.Е. Савельев (2014) в Трудах Южно-Уральского заповедника привел характеристику конгломератов машакской свиты на горе Нараташ (хр. Нараташ). Отмечено, что более 60–70% их объема сложено гальками кварцитопесчаников диаметром 5–30 см, а в конгломератах пограничной между юшинской и машакской свитами толщи, мощность которой оценивается автором примерно в 200–250 м, часто можно видеть валуны размером более 0.5–1.0 м, а также уплощенные обломки алевролитов. Замеры их ориентировки указывают на поступление обломочного материала в область осадконакопления с запада.

В заметке (Мичурин и др., 2014) рассмотрено распределение Zn в карбонатных породах суранской свиты. Установлено, что содержание Zn возрастает от относительно чистых разностей к терригенно-карбонатным породам и породам приразломных зон. Наблюдается положительная корреляция Zn с Cu, Cr, Pb, Co и Ni.

В.М. Горожанин с соавторами (2014а) описали проявление УВ в доломитах миньярской свиты на правом берегу Миньярского пруда. Авторы связали темно-бурую окраску доломитов и сильный запах УВ с остаточным нефтегазонасыщением. Высказана гипотеза, что это проявление связано с миграцией УВ из пород рифея по разломам во время неотектонической активизации.

Показано, что кварц песчаников зигальгинской свиты обладает величинами сферичности и изометричности, характерными для литогенного материала (Ялышева, Сергеева, 2015). Величина ZTR-индекса предполагает высокую степень зрелости тяжелой фракции. Хорошо округленная или окруженная форма зерен циркона и следы механогенной обработки его поверхности указывают на неоднократное переотложение кластики.

Как следует из заметки (Мусина и др., 2015), распределение Cl в породах нижнего рифея подчинено литологическому контролю – максимальные его концентрации свойственны наиболее чистым карбонатным породам и возрастают от известняков к магнезитам, самые низкие присущи песчаникам. Авторы считают, что эти закономерности согласуются с метасоматической природой доломитов и инфильтрационно-рассольным гидротермально-метасоматическим механизмом образования магнезитов.

В статье (Ивановская и др., 2015) выполнено обобщение результатов исследования структурно-кристаллохимических особенностей глобулярных слоистых силикатов глауконит-иллитового соста-

ва, в том числе присутствующих в породах каратауской серии.

Авторами работы (Горожанин и др., 2015) охарактеризованы литологические признаки диамиктов толпаровской и суировской свит. Показано, что названные свиты образуют трансгрессивный цикл, в котором обстановки осадконакопления менялись от окислительных мелководно-морских приливно-отливного типа (нижняя часть толпаровской свиты) до глубоководных эвксинных с подводными оползнями (суировская свита). Конгломераты в суировской свите слагают быстро выклинивающиеся тела, сконцентрированные в каналах/промоинах, и, возможно, представляют сгруженный тилл. В публикациях В.М. Горожанина с соавторами (2016, 2019) сделан вывод, что марино-гляциальные образования толпаровского уровня образованы в результате поступления большого объема песчано-диамиктового материала на шельф и его размыва приливно-отливными течениями и штормами. Описанные марино-гляциальные отложения скоррелированы авторами с аналогичными образованиями Криволукского грабена. Они формировались во время оледенений Стерт или Марино.

Геологическая позиция дофанерозойских силицитов, образующих характерные кремнисто-карбонатные парагенезисы, проанализирована в статье Ю.Р. Беккера (2015). Опираясь на данные по стратотипу рифея, автор выявил особенности древнего кремнеобразования, а также главные его эпохи. Показаны отличия строения и состава позднедокембрийских и фанерозойских кремнисто-карбонатных комплексов. Основной вывод работы состоит в том, что силицито-карбонатные парагенезисы образуют самостоятельную геологическую формацию, рифейские представители которой перспективны на обнаружение значительных залежей нефти и газа.

В заметке (Сначев, 2015) указано, что по результатам термического анализа методом Rock-Eval содержание C_{opr} в сланцах зигазино-комаровской свиты Белорецкого метаморфического комплекса варьирует от 0.76 до 7.22 мас. %. Углеродистое вещество имеет тонкорассеянную форму выделения и соответствует шунгиту. Несколько позже, рассматривая содержание C_{opr} в углеродистых отложениях Башкирского мегантиклинория, А.В. Сначев (2016) отметил, что наиболее высокие его концентрации характерны для пород юшинской, машакской и зигазино-комаровской свит, распространенных в пределах Маярдакского и Ямантауского антиклинориев, тогда как осадочные толщи более южных районов обладают заметно меньшим содержанием C_{opr} .

Изучение литологических, петрографических и геохимических характеристик терригенных пород Ишлинского грабена позволило предположить, что они накапливались в более глубоководных и, соответственно, располагавшихся в более дистальных

обстановках, нежели отложения Шатакской структуры (Ковалев, 2016).

По данным авторов работы (Ковалев, Ковалев, 2016), изотопный состав С в черносланцевых породах Улуэгинско-Кудашмановской зоны изменяется от -24.3 до -29.1‰ ; с глубиной происходит его “утяжеление”. Вероятно, это следствие опережающей становление интрузивных тел флюидной проработки осадочного субстрата и более позднего метаморфизма, усложняющего общую картину и приводящего к графитизации первично биогенного УВ и росту доли ^{13}C .

В публикации (Горожанин и др., 2017) в верхней части миньярской свиты у д. Толпарово описаны брекчии, имеющие, скорее всего, карстовое происхождение. В пользу такой гипотезы свидетельствует то, что брекчии найдены в карбонатных породах, слагающих борт подводно-эррозионной палеодолины, наличие коллапс-брекчии из местных глыб и обломков, примесь терригенного материала в ее матриксе, доломитовый цемент и реликты крустификационных каемок обрастания в нем, а также стилолиты. Палеокарст на границе рифея и венда может указывать на длительный субэральный перерыв.

Авторами работы (Маслов и др., 2017) на примере низкоуглеродистых глинистых сланцев рифея Южного Урала рассмотрена взаимосвязь крупных магматических событий, периодов теплого климата и эпох накопления отложений, в той или иной мере обогащенных C_{opr} . Предполагается, что в позднем докембрии формирование обогащенных ОВ отложений, контролировалось иными, нежели в раннем, факторами, связь между которыми выявлена еще недостаточно отчетливо. Ряд фактов позволяет думать, что меньший, чем в предшествующие эпохи, масштаб плутовых событий в позднем докембрии мог микшировать их влияние на процессы формирования обогащенных C_{opr} осадочных образований.

В заметках (Маслов и др., 2018а; Маслов, Дуб, 2019) проанализировано распределение РЭ и Y в валовых пробах карбонатных пород верхнеурукской подсвиты и вытяжках из них. Сделан вывод, что в относительно чистых от силиколастической примеси известняках и ацетатных вытяжках из них оно сопоставимо. Нормированные на PAAS спектры РЭ и Y характеризуются положительными аномалиями La, Gd и Y и отрицательными – Eu и Ce. Последние позволяют считать, что накопление известковых илов шло в морском бассейне, сообщавшемся с Мировым океаном.

С.А. Дуб с соавторами (2018б, 2019) выяснили, что основными носителями РЭ в карбонатных породах урской свиты являются глинистое вещество, акцессорные минералы (в том числе фосфатсодержащие зерна), тонкорассеянные (окси)гидроксиды Fe и Mn и вторичный доломит. Предполагается,

что содержание в породах последнего во многом контролирует форму нормированных по составной пробе глинистых пород Русской платформы (RPSC) кривых распределения РЗЭ. Рассмотрены особенности обработки проб, которые могут обеспечить информацию о РЗЭ-систематике морской воды уксского времени.

В публикациях (Дуб, Гражданкин, 2018, 2021) увидели свет результаты литолого-фациального анализа карбонатных отложений верхней подсвиты уксской свиты (разрез Шубино). Детальное изучение разреза позволило выделить четыре толщи: юрзансскую, медвежью I, манайсинскую и медвежью II. Для первой из них характерны тонкостолбчатые строматолиты *Patomella*. Толщи медвежья I и II представлены в основном биогермами столбчатых строматолитов *Linella*, межбиогермными породами и пачками калькаренитов. Манайсинская толща состоит главным образом из циклически построенных отложений с многочисленными текстурами *molar tooth*. Показано, что рост строматолитов юрзанской толщи происходил, скорее всего, в зоне нижней литорали – верхней сублиторали, в пределах внутреннего карбонатного рампа. Органогенные постройки толщ медвежьей I и II формировались ниже базиса действия обычных волн (ниже границы внутреннего и среднего рампа), в пределах широких фациальных поясов фотической зоны. Пакеты слоистых известняков медвежьей толщи I представляют отложения периодически возникавших штормовых течений. Осадки манайсинской толщи, несущие признаки воздействия обычных и штормовых волн, формировались в обстановках внутреннего рампа – верхней части среднего рампа.

В заметках (Казбулатова и др., 2019; Мичурин и др., 2019; Султанова и др., 2019) указано, что в карбонатных и терригенно-карбонатных породах большеинзерской и суранской свит наблюдается высокое содержание F (основные носители – F-мусковит и F-апатит), с которым связаны и концентрации Rb, Li, K₂O, Al₂O₃, TiO₂, Zn, P₂O₅ и SiO₂. Результаты исследований и данные предшественников не позволяют считать, что высокое содержание F коррелирует с эвапоритовыми обстановками осадконакопления. Напротив, относительно высокое содержание Cl в породах тех же свит авторы связывают с воздействием метасоматических эвапоритовых флюидов/рассолов.

В статье (Маслов и др., 2019) кратко охарактеризованы фации карбонатных пород верхней подсвиты уксской свиты, а также особенности распределения РЗЭ и Y в строматолитовых, обломочных и карбонатно-глинистых породах. Показано, что на восточной окраине г. Усть-Катав подсвита включает несколько различающихся по литологии и по мощности толщ. Присутствие текстур *molar tooth* в карбонатных породах дало авторам основание счи-

тать, что уксская свита имеет, скорее всего, докриогениевый возраст. Особенности распределения РЗЭ и Y указывают на накопление известковых осадков в морском бассейне. Источниками ОВ карбонатных и карбонатно-глинистых пород были сообщества, в состав которых входили эукариоты и прокариоты, обитавшие в условиях нормальной аэрации и, возможно, пониженной солености вод.

Публикация (Маслов, 2019) посвящена сопоставлению распределения РЗЭ и Th в глинистых породах рифея Южного Урала и пелитовых илах приустьевых частей различных категорий современных рек. Сделан вывод, что слагающие типовой разрез рифея глинистые породы образованы за счет размыва в основном или преимущественно осадочных и/или осадочно-метаморфических комплексов, существовавших в дорифее или рифее на востоке Восточно-Европейской платформы. Агентами транспортировки тонкой аллюмосиликокластики выступали крупные реки и реки, дренировавшие области распространения осадочных ассоциаций.

С.А. Дуб и Н.П. Горбунова (2019) рассмотрели связь химического состава карбонатных пород верхнеукской подсвиты с обстановками накопления и преобразования исходных осадков. Выяснено, что, несмотря на фациальную неоднородность верхнеукской подсвиты, различные литотипы карбонатных пород заметно не отличаются друг от друга по химическому составу. Только в известняках со столбчатыми строматолитами содержится несколько больше терригенного материала, чем в известняках с пластовыми строматолитами или в калькаренитах, что указывает, вероятно, на их формирование в обстановках с более активной гидродинамикой.

В статье (Бадида, Дуб, 2019) можно найти результаты исследования химического состава турмалина, хромовой шпинели и пироксена из песчаников катаевской свиты. По данным авторов, он указывает на присутствие в областях размыва катаевского времени как минимум трех блоков, сложенных различными комплексами пород. Основным источником неокатанного турмалина и хромитов служили, вероятно, породы кристаллического фундамента. Окатанный турмалин мог пройти несколько циклов седиментации, а источник его – быть более далеким, чем для неокатанного турмалина. Третий источник поставлял пироксен, степень сохранности которого предполагает недалекий перенос, а химический состав указывает на размытые внутриплитные базальты.

Минералогические и геохимические особенности карбонатных пород лапыштинской подсвиты суранской свиты в окрестностях д. Багарышта рассмотрены в статье (Мичурин и др., 2020). Наиболее высокое содержание F (5–12 раз больше кларка) установлено авторами в карбонатах в зоне разрывного нарушения, тогда как максимальные кон-

центрации Cl наблюдаются в их наименее измененных разностях. F концентрируется преимущественно во флогопите, F-мусковите и F-апатите. Предполагается, что обогащение карбонатных пород F имело место в результате деятельности магматогенных флюидов в зонах разломов или, что более вероятно, вследствие разгрузки флюидов эвапоритовой природы, претерпевших катагенетическую эволюцию.

В заметках (Маслов и др., 2020; Парфенова, Мельник, 2020) отмечено, что групповой состав битумоидов, состав и распределение гомологов насыщенных биомаркеров в породах укской свиты не зависят от литотипов. Битумоиды имеют автохтонно-остаточную природу. Впервые установлено присутствие во фракциях насыщенных углеводородов битумоидов реликтовых 12- и 13-монометилалканов, связанных с докембрийской биотой, а также стеранов и гопанов, что указывает на распространение как прокариотических, так и эукариотических сообществ в море укского времени. Поскольку для образования стеролов (предшественников стеранов) эукариотам необходим молекулярный кислород, растворенный в морской воде, то в бассейне отсутствовали, по всей видимости, стратификация водной толщи и сероводородное заражение придонных вод.

Измеренный авторами публикации (Stüeken et al., 2021) изотопный состав N в породах саткинской свиты подтвердил низкую первичную продуктивность глубокого океана мезопротерозоя и преобладание в нем бескислородных железистых обстановок, хорошо выраженную редокс-стратификацию и низкое содержание C_{opr}. Более молодые отложения (зигазино-комаровская свита) обладают относительно высокими концентрациями C_{opr}, а величина δ¹⁵N предполагает существование значительного резервуара нитратов. Если связать сказанное с действием апвеллинга, то очевидно, что глубокий океан середины мезопротерозоя был по крайней мере местами насыщен кислородом. По-видимому, в нем существовали кислородные, богатые питательными веществами оазисы, которые могли иметь важное значение для экспансии эукариот.

Авторы публикации (Мичурин и др., 2021) исследовали минералогию и геохимию карбонатных пород подинзерских слоев инзерской свиты. Высказано предположение, что их доломитизация происходила как в раннем диагенезе, так и на стадии эпигенеза. Установлено локальное обогащение пород F и Sr, что может быть следствием эпизодов эвапоритовой седиментации или отражает воздействие эвапоритовых флюидов.

Результаты минералогического и геохимического изучения известняков катавской свиты Акташской площади можно найти в статье (Мичурин и др., 2022б). В их составе установлено присутствие 4–15% кварца, доломита и калиевых полевых шпа-

тов (до 1%), хлорита и альбита (1–7%), а также изменчивое количество гематита (0.3–1.6%). Последний рассматривается в качестве возможного индикатора аридных условий и эвапоритовых обстановок осадконакопления в катавское время. Содержание F, Cl, V, Cr, Ni и Sr в известняках ниже кларка, Pb – близко к кларку, а Cu, Zn и Zr – выше в 1.5–2.0 раза. Максимально превышают кларковые значения концентрации Со и Ва.

В сообщении (Ахмедова и др., 2022) приведены результаты рентгенографических исследований доломитов миньярской свиты из окрестностей д. Толпарово.

В.М. Горожаниным (2023) опубликованы результаты изучения автохтонного ОВ из карбонатных пород миньярской свиты. Комплексом методов в экстрагированных углеводородах диагностированы диамантаны, алканы и биомаркеры – трициклические терпаны, гопаны и стераны. Соотношение C19/C20 предполагает сингенетичность ОВ. Его термическая зрелость отвечает верхам нефтяного окна. Концентрация дibenзотиофена в ОВ существенно выше, чем в докембрийских отложениях других регионов. Это интерпретировано как свидетельство заметных региональных вариаций содержания сульфата в позднедокембрийской морской воде.

Р.Р. Ахмедовой с соавторами (2023) определены кристаллохимические характеристики доломитов авзянской свиты, в различной степени измененных эпигенетическими процессами. Авторами установлено, что увеличение параметров кристаллической решетки доломитов по сравнению со стехиометрическими их разностями прямо коррелирует с повышением содержания Fe и Mn, тогда как значения субструктурного рефлекса имеют с ними обратную связь. Образование кальцит-доломитовых прожилков происходило при температуре 260–530°C и давлении 0.3–2.3 кбар. Сделан вывод, что доломиты разных стратиграфических уровней авзянской свиты подвержены интенсивным эпигенетическим преобразованиям, обусловленным воздействием на них Fe- и Mn-содержащих средне- и высокотемпературных флюидов, а изменение кристаллохимических характеристик доломитов связано с влиянием постмагматических и катагенетических флюидов.

А.Г. Султанова и С.В. Мичурин (2024) проанализировали современное состояние литиевой проблемы в мире, а также рассмотрели распределение Li в породах рифея Южного Урала. В соответствии с их данными, здесь выделяются два стратиграфических интервала с повышенным содержанием Li. Первый приурочен к сурской свите, второй – к кужинской толще. Особо подчеркнуто, что слабая изученность геохимии Li в регионе диктует проведение целенаправленных геологических и геохимических исследований.

Литогеохимические характеристики известняков укской свиты рассмотрены в статье (Маслов, Дуб, 2024). Авторами показано, что фигуративные точки известняков, накапливавшихся в обстановках среднего и внутреннего рампа, имеют различное распределение на диаграммах с параметрами $(La/Sm)_{sh}$, $(La/Yb)_{sh}$ и $(Sm/Yb)_{sh}$. Точки известняков, формировавшихся по данным детального литолого-фациального анализа в обстановках среднего рампа, тяготеют на указанных диаграммах к полю осадков открытого океана. Известняки внутреннего рампа по геохимическим характеристикам более соответствуют известнякам прибрежных обстановок. Высказано предположение, что распределение редких и рассеянных элементов в известняках внутреннего рампа контролировалось поступавшей с континента тонкой алюмосиликоэластикой, а в известняках среднего рампа ощущается влияние открытого океана.

Заметка (Дуб, 2024) суммирует современные представления автора об укской свите. Кратко их можно представить так: 1) свита сформирована до оледенения Стерт (≈ 717 – 660 млн лет); 2) слагающие стратотипический разрез свиты осадки накапливались в удаленных от берега обстановках по сравнению с теми, что присутствуют в Алатауском антиклиниории и Инзерском синклиниории; 3) нижняя подсвита в стратотипе имеет терригенно-карбонатный состав, тогда как в других разрезах преобладают терригенные проксимальные отложения; 4) в раннеукское время имела место смена обстановок от прибрежно-морских терригенных к мелководно-морским терригенно-карбонатным за счет колебаний относительного уровня моря и, вероятно, изменений климата; 5) верхнеукская подсвита в стратотипе представлена в основном строматолитовыми постройками, которые формировались ниже базиса действия обычных волн при подъеме уровня моря и периодическом воздействии штормов; 6) величины Ce/Ce^* в известняках с гидрогенным распределением РЗЭ указывают на бескислородные обстановки в укском бассейне.

Калиевые полевые шпаты из песчаников бирьянской подсвиты зильмердакской свиты исследованы методом ИК-спектрометрии (Ахмедова, Мичурин, 2024). Установлено, что они относятся преимущественно к максимально упорядоченным микроклинам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассматриваемый нами период ознаменовался серьезными, а в ряде случаев – первоклассными, достижениями в области стратиграфии рифея. Хотя общая конструкция стратотипа осталась неизменной, был существенно уточнен возраст маркирующих нижние границы бурзия и юрматиния вулканогенных комплексов. При этом нижняя гра-

ница бурзия и соответственно всего рифея оказалась удревнена примерно на 100 млн лет. Теперь в привязке к Международной хроностратиграфической шкале рифей охватывает верхи палеопротерозоя, мезопротерозой и почти весь неопротерозой. Получена датировка диагенетических фосфатных конкреций из основания зигазино-комаровской свиты, уточнен возраст карбонатных пород миньярской и укской свит верхнего рифея.

Многолетние исследования отложений аршинской свиты, распространенной на восточном крыле Башкирского мегантиклиниория, привели к переводу ее в ранг одноименной серии, выделению в ее составе ряда новых свит, а также датированию присутствующих в ее разрезах вулканитов (≈ 732 и ≈ 710 млн лет). Авторы этих работ считают возможным на основании всего сказанного выделить в Общей стратиграфической шкале докембрия России новый надкаратайский/довендинский стратон (закончивший/терминальный рифей/аршиний) с возрастом $760\ldots600$ млн лет. При этом отмечается, что “закончивший рифей (аршиний) включает аршинскую серию, образования которой распространены только на восточном крыле Башкирского мегантиклиниория в Тирлянской синклинали (страторегион) и ее аналоги (криволукская свита) в Криволукской синклинали” (Пучков и др., 2017б, с. 21). Ранее, приводя цитату из работы В.И. Козлова, мы уже отмечали, что Н.С. Шатский, выделивший в 1940-х гг. рифей, считал его стратотипической местностью западную часть Башкирского мегантиклиниория. Затем многие авторы стали писать, что весь Башкирский мегантиклиниорий – это стратотипическая местность рифея. В недавнем обзоре К.С. Иванова и В.Н. Пучкова (2022) указано, что стратотипические разрезы рифея находятся в северной зоне мегантиклиниория (Тараташский антиклиниорий), но нам представляется правильным исходить из представлений Н.С. Шатского. В таком случае очевидна невозможность “встроить” в стратотип рифея то, что по формальным признакам встроено в него быть не может.

Существенное значение имеет, на наш взгляд, вывод авторов, получивших возможность в тяжелый ковидный год впервые за многие десятилетия еще раз исследовать типовой разрез тюльменской подсвиты авзянской свиты в бассейне р. Ср. Тюльма. Послойно описавший его в конце XX в. В.И. Козлов считал, что в нем можно видеть постепенный переход от среднего (авзянская свита) к верхнему (зильмердакская свита) рифею. С.В. Мичурин с соавторами, напротив, увидели здесь признаки многочисленных послойных срывов, что не свидетельствует в пользу непрерывности юрматинско-каратауской последовательности.

К сожалению, все еще под вопросом остается возраст завершающей юрматинскую серию авзянской свиты. По хемостратиграфическим данным,

полученным уже давно, накопление слагающих ее терригенных и карбонатных отложений имело место не позднее 1270 млн лет назад. Если считать это корректным, то тогда между средним и поздним рифеем в стратотипической местности существует перерыв длительностью почти в 250 млн лет. Однако базальные уровни верхнего рифея на территории Башкирского мегантиклинория везде залегают на подстилающих образованиях хотя и с размытом, но последний не затрагивает даже верхов реветской подсвиты авзянской свиты, т. е. амплитуда его мала. Поэтому так важно датировать авзянский уровень стратотипа каким-то иным методом.

Более или менее корректно датированы в настоящее время только три верхние свиты каратауской серии (инзерская, миньярская и укская). Возраст катаевской и зильмердакской свит фактически не известен. Так как для коррелируемой ранее с зильмердакской свитой и литологически на нее в существенной мере похожей ишеримской свиты Северного Урала установлен возраст 1150–1080 млн лет (Петров и др., 2015), возраст зильмердакской свиты может удревниться, хотя этому противоречит минимальный возраст обломочного циркона из арковых песчаников ее бирьянской подсвиты (Маслов и др., 2018б).

С территории мегантиклинория практически “ушли” когда-то начинавшиеся впервые именно здесь работы хемостратиграфического плана.

Вызывают вопросы также длительность и само наличие перерывов между катаевской и толпаровской, инзерской и миньярской, миньярской и укской, а также укской и бакеевской свитами. Еще один сугубо стратиграфический вопрос – принадлежность к рифею бакеевской свиты, начинающей разрез ашинской серии. Возраст ее в последние годы определен как 642 ± 9 млн лет, и это автоматически привело авторов датировки к выводу о том, что нижняя граница венда на Южном Урале имеет возраст ≈ 640 млн лет, тогда как в последнем издании Стратиграфического кодекса России она все еще датирована на уровне 600 млн лет. С учетом неизвестной суммарной длительности названных перерывов овеществленное в породах каратауской серии время может быть существенно меньше, чем теоретическая длительность верхнего рифея.

С указанной проблемой тесно связана и проблема “масштаба” свит нижнего рифея. Длительность его по современным оценкам достигает 400 млн лет. Этот фантастический по своему масштабу интервал времени в стратотипе вмещает всего три свиты. Формально, таким образом, каждая из свит формировалась порядка 100 млн лет, или, если точнее, на долю саткинской свиты как самой мощной и сложенной почти исключительно карбонатными породами приходится около двух третей этого времени. Такой временной масштаб для свит фанерозоя просто немыслим.

Характеризуя ситуацию в целом, хотелось бы отметить, что за последние десятилетия общий уровень исследований стратотипа рифея так и не приблизился к той “детальной развертке по латерали” строения слагающих его литостратиграфических подразделений, что была сделана в начале 1980-х гг. для сибирского гипостратотипа рифея (Семихатов, Серебряков, 1983). Да, мы видим, что среди опубликованных материалов есть много заметок, в которых приведены послойные описания и зарисовки тех или иных разрезов верхнего рифея. Их авторы утверждают, что полученные ими данные позволяют уточнить особенности формирования верхнерифейского осадочного бассейна на Южном Урале, а также будут полезны для стратиграфической корреляции отложений и реконструкции условий осадконакопления в различных частях палеобассейна³. Возможно, это и так, если не знать или забыть, что послойные описания подавляющего большинства естественных разрезов рифея Башкирского мегантиклинория уже были опубликованы (Маслов, Крупенин, 1991; Маслов и др., 2001), а литология и закономерности формирования верхнерифейских отложений названной структуры освещены в монографии (Маслов, 1988) и многократно позднее. В первом томе четырехтомной монографии по рифею Башкирского мегантиклинория (Маслов и др., 2001) можно видеть и блок-диаграммы распределения крупных осадочных ассоциаций различного состава и генезиса на территории современного Башкирского мегантиклинория для большинства стратиграфических уровней стратотипа, что хорошо иллюстрирует основные особенности развития ранне-, средне- и позднерифейского бассейнов осадконакопления.

В области палеонтологии рифея Южного Урала за прошедшие 15 лет никаких прорывов не случилось. Сейчас практически ни один из общего крайне небольшого числа их в России специалист по микрофоссилиям (а это единственная группа организмов, данные по эволюции которой в докембрии считаются валидными для использования в стратиграфии) не занимается на постоянной основе исследованием терригенных уровней стратотипа рифея. Можно, конечно, думать, что результатов, когда-то полученных Т.В. Янкаускасом, А.Ф. Вейсом и В.Н. Сергеевым, вполне достаточно, но с тех пор палеонтология докембра ушла далеко вперед. То, что это и сейчас дает интересные результаты и предполагает нестандартные выводы, в нашем обзоре показывают лишь несколько публикаций А.М. Станевича с соавторами.

³ Очевидно, что такая ситуация сохранится, увы, и в будущем, так как передвигаться по нескользким асфальтовым трассам, пересекающим территорию Башкирского мегантиклинория, гораздо комфортнее, чем забираться в бассейны рек Бол. Шайка и Нукуша или на хр. Машак, где автор этих строк и сам никогда не был.

Напротив, палеомагнитные исследования красноцветных (карбонатных и терригенных) уровней рифея, выполненные в последние годы специалистами ИГ УФИЦ РАН и ГИН РАН с участием зарубежных коллег, принесли первоклассные результаты. Было выяснено, что в красноцветных глинистых известняках катаевской свиты верхнего рифея присутствует высокотемпературная первичная компонента естественной остаточной намагниченности пород. Установлено, что верхняя часть катаевской свиты характеризуется частой сменой магнитной полярности. Средняя длительность одной магнитозоны оценена И.В. Головановой с коллегами в 51.5 тыс. лет, что сопоставимо с ранее полученными данными для зиганской свиты верхнего венда, считающейся уникальной по частоте инверсий. Этот вывод дает основание считать, что необычно высокая частота магнитных инверсий имела место не только вблизи границы докембрия и фанерозоя, но и во время накопления катаевской свиты (датировок для пород которой, как мы уже отмечали, все еще нет). Возможное существование аномального (гиперактивного) состояния геомагнитного поля в середине позднего рифея и на границе докембрия и кембрия могло играть существенную роль в эволюции различных представителей докембрийской биоты и биоты фанерозойского типа, а также выступать триггером многих других событий. Этот принципиальный вопрос требует, несомненно, пристального внимания в будущем.

Есть и другой, довольно неожиданный, аспект палеомагнитных исследований. На основе данных спектрального анализа серии магнитной восприимчивости пород верхней части катаевской свиты у г. Юрзань оказалось возможным идентифицировать циклы Миланковича и показать, что интервал разреза мощностью ≈ 66 м накопился в течение ≈ 3.2 млн лет (т. е. ≈ 21 м/млн лет). Если теперь предположить, что такая “скорость породообразования” была характерна для всего времени накопления катаевской свиты (ее максимальная мощность составляет, по оценке В.И. Козлова, около 400 м), а фациальный облик ее исходных осадков принципиально не менялся, то длительность формирования свиты может быть оценена в 20 млн лет. Применив тот же подход к миньярской (800 м) и укской (450 м) свитам, в разрезах которых также велика доля мелководно-морских карбонатных пород, получим длительность формирования обеих свит – $40 + 22 = 62$ млн лет. “Скорость породообразования” для терригенных мелководно-морских толщ больше, чем толщ карбонатных, но, используя и для них данные, полученные для катаевской свиты, мы увидим следующее. Суммарная мощность зильмердакской свиты составляет 3000 м, инзерской – 800 (1000) м (оценки В.И. Козлова). Длительность породообразования для первой из названных свит равна $3000/(21 \text{ м/млн лет}) = 143$ млн лет (что, скорее всего,

занышено), для второй – $1000/(21 \text{ м/млн лет}) = 48$ млн лет. Итого суммарное время накопления всех пяти свит каратауской серии составило по приведенным крайне грубым расчетам около 270 млн лет, тогда как постулируемая длительность позднего рифея равна $1030 - 600 = 430$ млн лет. “Пропавшее, т. е. лишенное своего вещественного выражения” время при таких подсчетах достигает 160 млн лет.

Анализировать результаты литологических исследований, пожалуй, труднее всего, так как мы заранее постарались исключить из обзора львиную долю своих работ. Среди упомянутых в обзоре публикаций представляются интересными работы по изучению морфометрических характеристик и поверхностных особенностей как обломочного кварца и циркона песчаников рифея, так и галек конгломератов, известных в разрезах айской, машакской, зигальгинской и зильмердакской свит. Полученные при этом новые данные принципиально не противоречат результатам литолого-фациального анализа.

Много сделано за прошедшие годы в области изучения литологии и условий образования нескольких самых верхних свит рифея, прежде всего толпаровской и суировской. Авторам удалось показать, что среди слагающих их пород велика доля диамиктов, возраст которых может соответствовать гляциоperiоду как Стерт, так и Марино.

Исследована взаимосвязь низкоуглеродистых глинистых сланцев рифея Южного Урала с крупными магматическими событиями, периодами теплого климата и эпохами существенного накопления C_{opr} . Авторы полагают, что формирование обогащенных органикой отложений в позднем докембрии контролировалось другими, нежели в раннем, факторами, а иной, что ранее, масштаб плутоновой активности мог микшировать влияние последней на накопление обогащенных C_{opr} осадочных толщ.

Существенное внимание в последние 7–8 лет было уделено литостратиграфии, составу, условиям образования и геохимии карбонатных пород укской свиты верхнего рифея. Работ подобного плана, посвященных уровням/эпохам интенсивного карбонатонакопления в рифеях, ранее просто не было. Их появление можно только приветствовать. Ждут такого же подхода карбонатные последовательности миньярской и катаевской свит, авзянского уровня и саткинской свиты. Представляется также, что не до конца исследованы лито-фациальные особенности и бакальской свиты.

Интересные результаты получены при анализе химического состава минералов тяжелой фракции, выделенных из песчаников, иногда встречающихся в разрезах катаевской свиты. Они так или иначе дополняют данные о составе пород питающих провинций, полученные традиционными минералогопетрографическими методами. Эти работы, несомненно, должны быть продолжены.

Геохимические исследования осадочных пород рифея Башкирского мегантиклиниория в 2010–2024 гг. были сосредоточены на ряде вопросов. Это изучение пород в зонах влияния региональных разломов и разнообразного метаморфизма. Хорошим примером такого рода исследований являются многочисленные публикации об Улуелгинско-Кудашмановской зоне. Выполнен ряд исследований геохимических характеристик карбонатных пород нескольких свит, но их все еще мало. Интересным представляется изучение геохимии органического вещества, встречающегося в карбонатных породах как в концентрированной, так и в рассеянной формах. Можно ожидать, что подобные работы приведут к неожиданным результатам. Продолжались в рассматриваемый период и исследования особенностей распределения в осадочных породах рифея $C_{\text{опт}}$. Они в основном “сместились” на восток мегантиклиниория, где с низкоуглеродистыми и углеродистыми сланцами в зонах зеленосланцевого метаморфизма связаны рудопроявления Au.

В ряде публикаций рассмотрено распределение галогенов в карбонатных породах. Экзотичным выглядит исследование изотопного состава азота в карбонатных породах саткинской свиты. Хотя выполнено оно не в России, но ясно показывает возможности, которые получает исследователь при работе с нетрадиционными изотопными системами.

Только одна статья из многих просмотренных нами при подготовке этого обзора касалась современного состояния литиевой проблемы вообще, а также распределения Li в породах рифея. Как показало проведенное в октябре 2024 г. в ВИМСе совещание (доклад П.С. Кузьменко), на начало 2024 г. в России нет разведанных месторождений литиеносных глин (туфов), одного из наиболее перспективных объектов для извлечения Li. В типовом разрезе рифея сейчас намечены два стратиграфических уровня с повышенным содержанием Li (суранская свита и кужинская толща/инофикальный аналог авзянской? свиты). Однако предельно слабая разработанность этой проблемы для территории Башкирского мегантиклиниория, несомненно, требует целенаправленных геолого-геохимических исследований.

Благодарности

Автор признателен анонимным рецензентам, замечания и советы которых позволили так или иначе улучшить данный обзор. Иллюстрация к статье подготовлена Н.С. Глушковой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ардисламов Ф.Р., Савельев Д.Е. (2013) О нерешенных проблемах среднерифейского вулканализма на примере машакской свиты (Южный Урал). *Современные научные технологии*, (12), 151.

- Ахмедова Р.Р., Мичурин С.В. (2024) Калиевые полевые шпаты бирьянской подсвиты зильмердакской свиты верхнего рифея (Южный Урал): данные ИК-спектроскопии. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы XV Межрегион. науч.-практ. конф. М.: Перо, 23-25.
- Ахмедова Р.Р., Мичурин С.В., Карамова А.М., Казбулатова Г.М. (2022) Кристаллохимические особенности доломитов нижней подсвиты миньярской свиты верхнего рифея (д. Толпарово, Южный Урал). *Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы XIV Межрегион. науч.-практ. конф. М.: Перо, 132-135.
- Ахмедова Р.Р., Мичурин С.В., Шиянова Е.О., Сергеева Н.Д., Шарипова А.А. (2023) Кристаллохимические, минералогические и геохимические особенности доломитов авзянской свиты среднего рифея (Южный Урал). *Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология*, (3), 40-56.
- Бадида Л.В., Дуб С.А. (2019) Минералы тяжелой фракции песчаников катавской свиты: особенности химического состава и возможные источники сноса. *Тр. ИПГ УрО РАН*, вып. 165, 46-51.
- Беккер Ю.Р. (2015) Силициты рифея (этапы, особенности, кремнистые пояса и нефтегазоносность). *Региональная геология и металлогенез*, (64), 28-40.
- Голованова И.В., Данукалов К.Н., Парфириев Н.П., Сальманова Р.Ю. (2024) Актуальные вопросы палеомагнетизма катавской свиты (верхний рифей, Южный Урал). *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы XV Межрегион. науч.-практ. конф. М.: Перо, 42-45.
- Голованова И.В., Данукалов К.Н., Сальманова Р.Ю., Парфириев Н.П., Левашова Н.М. (2022) Новые результаты палеомагнитных исследований катавской свиты верхнего рифея Южного Урала. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы XIV Межрегион. науч.-практ. конф. М.: Перо, 42-46.
- Голованова И.В., Сальманова Р.Ю., Данукалов К.Н., Сергеева Н.Д. (2019) О возможности применения циклостратиграфического анализа при изучении продолжительности зон магнитной полярности в отложениях катавской свиты (верхний рифей, Южный Урал). *Геол. вестн.*, (2), 102-110.
- Горожанин В.М. (2023) Геохимические особенности УВ-проявления в карбонатах миньярской свиты верхнего рифея, Башкирский мегантиклиниорий, Южный Урал. *Геол. вестн.*, (1), 13-23.
- Горожанин В.М., Мичурин С.В., Биктимерова З.Р. (2012) Изотопно-геохимические особенности “венчающих доломитов” в вендских отложениях Южного Урала. *Геология. Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ*, (18), 42-51.
- Горожанин В.М., Мичурин С.В., Биктимерова З.Р. (2013а) Изотопно-геохимические особенности “венчающих доломитов” аршинской свиты (Южный Урал). *Геология. Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ*, (19), 61-67.
- Горожанин В.М., Холлман К., Кузнецов Н.Б. (2014а) Проявление УВ в верхнепротерозойских отложениях Южного Урала. *Геология, полезные ископаемые*

- и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. Мат-лы X Межрегион. науч.-практ. конф. Уфа: ДизайнПресс, 99-101.
- Горожанин В.М., Мичурин С.В., Войкина З.А., Шарипова А.А., Биктимерова З.Р., Султанова А.Г. (2019) Марино-глациальные отложения в Толпаровском разрезе верхнего докембия (реки Зилим и Малый Толпар). *Геол. вестн.*, (3), 69-92.
- Горожанин В.М., Мичурин С.В., Канирова З.А., Биктимерова З.Р. (2015) Литологические особенности диамиктов на границе рифея и венда в разрезе Толпарово (Южный Урал). *Геол. сб.*, вып. 12. Уфа: ИГ УФИЦ РАН, 23-34.
- Горожанин В.М., Мичурин С.В., Канирова З.А., Биктимерова З.Р. (2017) Палеокарст в толпаровском разрезе верхнего докембия, Южный Урал. *Геол. сб.*, вып. 13. СПб.: Свое издательство, 176-185.
- Горожанин В.М., Мичурин С.В., Канирова З.А., Биктимерова З.Р. (2016) Толпаровский разрез верхнего докембия как типовой разрез криогенения на Южном Урале. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы XI Межрегион. науч.-практ. конф. Уфа: ДизайнПресс, 36-38.
- Горожанин В.М., Пучков В.Н., Горожанина Е.Н., Сергеева Н.Д., Романюк Т.В., Кузнецов Н.Б. (2014б) Навышский грабен-рифт на Южном Урале как фрагмент раннерифейского авлакогена. *Докл. АН*, **458**(2), 182-187.
- Горожанин В.М., Сергеева Н.Д., Горожанина Е.Н., Пучков В.Н., Кузнецов Н.Б., Ратов А.А. (2013б) Тектоно-седиментационные модели образования вулканогенно-осадочных отложений айской свиты в навышское время (Южный Урал). *Геол. сб.*, вып. 10. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 3-20.
- Горохов И.М., Зайцева Т.С., Кузнецов А.Б., Овчинникова Г.В., Аракелянц М.М., Ковач В.П., Константинова Г.В., Турченко Т.Л., Васильева И.М. (2019) Изотопная систематика и возраст аутигенных минералов в аргиллитах верхнерифейской инзерской свиты Южного Урала. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **27**(2), 3-30.
- Данукалов К.Н., Голованова И.В., Парфириев Н.П., Сальманова Р.Ю. (2024) Изучение морфологии геомагнитных инверсий в катавской свите. Первые результаты. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы XV Межрегион. науч.-практ. конф. М.: Пере, 60-62.
- Данукалов К.Н., Голованова И.В., Сальманова Р.Ю., Парфириев Н.П. (2020) Палеомагнитное изучение красноцветных пород верхнего рифея Южного Урала. *Геол. вестн.*, (3), 47-54.
- Дуб С.А. (2021а) Верхнерифейско-вендинские отложения Башкирского мегантиклинория Южного Урала: состояние изученности и стратиграфическое расчленение. *Геология и геофизика*, **62**(11), 1511-1530.
- Дуб С.А. (2021б) Общая стратиграфическая шкала верхнего докембия: проблемы и предложения по совершенствованию. *Литосфера*, **21**(4), 449-468.
- Дуб С.А. (2022) О методах стратиграфического расчленения докембия. Взгляд из фанерозоя. *Региональная геология и металлогения*, (90), 33-40. <https://doi.org/10.52349/0869-7892-2022-90-33-40>
- Дуб С.А. (2024) Укская свита верхнего рифея Южного Урала: возраст, обстановки седиментации, рудогенез. *Металлогенез древних и современных океанов*, (30), 33-36.
- Дуб С.А., Горбунова Н.П. (2019) Химический состав пород укской свиты верхнего рифея Южного Урала: связь с обстановками осадконакопления и постседиментационными преобразованиями. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 166, 52-58.
- Дуб С.А., Гражданкин Д.В. (2018) Карбонатные фации укской свиты верхнего рифея в разрезе “Медведь” (Шубино): краткий обзор. *Литология и я: от идеи до выводов*. Мат-лы 3 Всерос. школы студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов по литологии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 69-72.
- Дуб С.А., Гражданкин Д.В. (2021) Литология и обстановки осадконакопления карбонатных отложений укской свиты верхнего рифея (неопротерозой) Южного Урала. *Литология и полез. ископаемые*, (6), 513-537.
- Дуб С.А., Гражданкин Д.В., Бобков Н.И. (2018а) Molar tooth structures в укской свите (верхний рифей, Южный Урал) и их стратиграфическое значение. *Литология и я: от идеи до выводов*. Мат-лы 3 Всерос. школы аспирантов, молодых ученых и специалистов по литологии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 72-74.
- Дуб С.А., Чередниченко Н.В., Киселева Д.В., Горбунова Н.П., Гуляева Т.Я., Дерюгина Л.К. (2019) Поведение микроэлементов в кислотных вытяжках (уксусной, азотной и соляной) из терригенно-карбонатных пород укской свиты верхнего рифея Южного Урала. *Литосфера*, **19**(6), 919-944.
- Дуб С.А., Чередниченко Н.В., Киселева Д.В., Дерюгина Л.К. (2018б) Распределение редкоземельных элементов в породах укской свиты верхнего рифея Южного Урала: анализ валовых проб и кислотных вытяжек. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 165, 93-99.
- Зайцева Т.С., Кузнецов А.Б., Горожанин В.М., Горохов И.М., Ивановская Т.А., Константинова Г.В. (2019) Основание венда на Южном Урале: Rb-Sr возраст глауконитов бакеевской свиты. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **27**(5), 82-96.
- Зайцева Т.С., Кузнецов А.Б., Сергеева Н.Д., Ивановская Т.А., Каурова О.К. (2022) Минералого-кристаллохимические характеристики и Rb-Sr возраст глобулярных слоистых силикатов из оолитовых известняков укской свиты (Южный Урал). *Глины и глинистые минералы – 2022*. Мат-лы V Рос. школы по глинистым минералам и VII Рос. сов. по глинам и глинистым минералам. М.: ИГЕМ РАН, 92-94.
- Иванов К.С., Пучков В.Н. (2022) Структурно-формационные зоны Уральского складчатого пояса: обзор данных и развитие новых идей. *Геотектоника*, (6), 78-113.
- Ивановская Т.А., Звягина Б.Б., Сахаров Б.А., Зайцева Т.С., Покровская Е.В., Доржиева О.В. (2015) Глобулярные слоистые силикаты глауконит-иллитового состава в отложениях верхнего протерозоя и нижнего кембрия. *Литология и полез. ископаемые*, (6), 510-537.
- Иванушкин А.Г. (2012) Новые данные по стратиграфии докембрийских и нижнепалеозойских отложений Южного Урала. *Региональная геология и металлогения*, (51), 41-51.

- Иванушкин А.Г. (2016) Новые данные по стратиграфии рифейских отложений северной части Башкирского антиклиниория на Южном Урале. *Региональная геология и металлогенез*, (65), 60–70.
- Казбулатова Г.М., Карамова А.М., Мичурин С.В., Султанова А.Г. (2019) Распределение фтора и хлора в карбонатных породах большеинзерской и суранской свит нижнего рифея на Южном Урале. *Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы VII Всерос. молодеж. геол. конф. Уфа: РН-БашНИПИнефть, 77–81.
- Князев Ю.Г., Князева О.Ю., Сначев В.И., Жданов А.В., Каримов Т.Р., Айдаров Э.М., Масагутов Р.Х., Арсланова Э.Р. (2013) Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (3-е поколение). Сер. Уральская. Л. N-40 – Уфа. Объясн. зап. СПб.: ВСЕГЕИ, 512 с.
- Ковалев С.Г., Маслов А.В., Ковалев С.С., Высоцкий С.И. (2019) Sm-Nd-возраст пикритов лысогорского комплекса (Южный Урал): свидетельства инициального среднерифейского магматизма. *Докл. АН*, **488**(1), 58–61.
- Ковалев С.С. (2016) Литолого-петрографическая и геохимическая характеристика среднерифейских отложений Ишлинского грабена (Башкирский мегантиклиниорий). *Уникальные литологические объекты через призму их разнообразия*. Мат-лы 2 Всерос. школы студентов, аспирантов и молодых ученых по литологии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 140–142.
- Ковалев С.С., Ковалев С.Г. (2016) Характеристика углерода из черносланцевых отложений Башкирского мегантиклиниория. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы XI Межрегион. науч.-практ. конф. Уфа: ДизайнПресс, 96–98.
- Козлов В.И. (1982) Верхний рифей и венд Южного Урала. М.: Наука, 128 с.
- Козлов В.И., Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Нехорошева А.Г., Бушарина С.В. (2011) Аршиний – новый стратон рифея в стратотипических разрезах Южного Урала. *Геол. сб.*, вып. 9. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 3–8.
- Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Бушарина С.В., Сергеева Н.Д., Падерин И.П. (2013а) Цирконовая геохронология машакских вулканитов и проблема возраста границы нижний–средний рифей (Южный Урал). *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **21**(5), 3–20.
- Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В., Лепехина Е.Н. (2013б) Цирконология навышских вулканитов айской свиты и проблема возраста нижней границы рифея на Южном Урале. *Докл. АН*, **448**(4), 437–442.
- Ларионов Н.Н. (2014) О стратиграфии машакской свиты в парагенетическом разрезе на хребте Большой Шатак. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы X Межрегион. науч.-практ. конф. Уфа: ДизайнПресс, 69–72.
- Маслов А.В. (1988) Литология верхнерифейских отложений Башкирского мегантиклиниория. М.: Наука, 133 с.
- Маслов А.В. (2019) К реконструкции категорий рек, сформировавших выполнение осадочных бассейнов рифея в области сочленения Восточно-Европейской платформы и современного Южного Урала. *Изв. вузов. Геология и разведка*, (5), 28–36.
- Маслов А.В. (2022а) Венд Среднего Урала: обзор некоторых исследований начала XXI в. *Литосфера*, **22**(5), 555–578.
- Маслов А.В. (2022б) Венд Южного Урала: обзор исследований начала XXI в. *Литосфера*, **22**(4), 409–431.
- Маслов А.В., Дуб С.А. (2024) Литогеохимические характеристики и обстановки осадконакопления известняков уксской свиты верхнего рифея Южного Урала. *Литология и полез. ископаемые*, (3), 317–339.
- Маслов А.В., Дуб С.А. (2019) Распределение редкоземельных элементов и иттрия в карбонатных породах уксской свиты (верхней рифея, Южный Урал). *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 166, 114–121.
- Маслов А.В., Крупенин М.Т. (1991) Разрезы рифея Башкирского мегантиклиниория (западный склон Южного Урала). Свердловск: УрО АН СССР, 172 с.
- Маслов А.В., Гареев Э.З., Крупенин М.Т. (1998) Осадочные последовательности рифея типовой местности (ретроспективный обзор седиментологических, палеогеографических, литолого-минералогических и петрогоеохимических исследований). Уфа: ГП “Принт”, 225 с.
- Маслов А.В., Ковалев С.Г., Гареев Э.З. (2017) Низкоуглеродистые глинистые сланцы рифея Южного Урала в контексте формирования крупных магматических провинций. *Геохимия*, (7), 594–608.
- Маслов А.В., Оловянишников В.Г., Ишерская М.В. (2002) Рифей восточной, северо-восточной и северной периферии Русской платформы и западной мегазоны Урала: литостратиграфия, условия формирования и типы осадочных последовательностей. *Литосфера*, (2), 54–95.
- Маслов А.В., Гражданкин Д.В., Дуб С.А., Мельник Д.С., Парфенова Т.М., Колесников А.В., Чередниченко Н.В., Киселева Д.В. (2019) Уксская свита верхнего рифея Южного Урала: седиментология и геохимия (первые результаты исследований). *Литосфера*, **19**(5), 659–686.
- Маслов А.В., Дуб С.А., Парфенова Т.М., Мельник Д.С. (2020) Уксская свита (верхний рифей, Южный Урал): новые данные. *От анализа вещества – к бассейновому анализу*. Мат-лы 13 Урал. литол. сов. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 150–153.
- Маслов А.В., Дуб С.А., Чередниченко Н.В., Киселева Д.В. (2018а) Первые данные о распределении редкоземельных элементов и иттрия в карбонатных породах уксской свиты верхнего рифея (Южный Урал). *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 165, 41–47.
- Маслов А.В., Ерохин Ю.В., Гердес А., Ронкин Ю.Л., Иванов К.С. (2018б) Первые результаты U-Pb La-ICP-MS-изотопного датирования обломочных цирконов из аркозовых песчаников бирьянской подсвиты зильмердакской свиты верхнего рифея (Южный Урал). *Докл. АН*, **482**(5), 558–561.
- Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Анфимов Л.В. (2001) Рифей западного склона Южного Урала (классические разрезы, седименто- и литогенез, минерализация, геологические памятники природы). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, I, 351 с.; II, 134 с.; III, 130 с.; IV, 103 с.
- Мичурин С.В., Горожанин В.М. (2010) Изотопный состав серы гипса из среднерифейских отложений Баш-

- кирского мегантиклинория. *Геология. Изв. Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ*, (15), 122–125.
- Мичурин С.В., Шарипова А.А. (2011) Химическое датирование уран-ториевой минерализации из нижне-рифейских отложений Башкирского антиклинория. *Геол. сб.*, вып. 9. Уфа: ИГГ УНЦ РАН, 216–219.
- Мичурин С.В., Биктимерова З.Р., Канирова З.А., Даниленко С.А. (2014) Цинк в карбонатных породах суранской свиты нижнего рифея (Южный Урал). *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы X Межрегион. науч.-практ. конф. Уфа: ДизайнПресс, 150–154.
- Мичурин С.В., Биктимерова З.Р., Казбулатова Г.М., Горожанин В.М., Султанова А.Г., Каримова А.М., Войкина З.А., Шарипова А.В. (2021) Минералогические и геохимические особенности карбонатных пород нижней подсвиты инзерской свиты верхнего рифея в районе д. Толпарово (Южный Урал). *Геол. вестн.*, (1), 80–97.
- Мичурин С.В., Каримова А.М., Казбулатова Г.М., Султанова А.Г., Савельев Д.Е., Горожанин В.М. (2019) Фтор в карбонатных породах большеинзерской и суранской свит нижнего рифея на Южном Урале. *Геология. Изв. Отделения наук о Земле и природных ресурсах АН РБ*, (26), 76–90.
- Мичурин С.В., Крупенин М.Т., Шиянова Е.О., Савельев Д.Е., Горожанин В.М., Дуб С.А., Казбулатова Г.М., Шарипова А.А., Ахмедова Р.Р. (2022а) Разрез тюльменской подсвиты авзянской свиты среднего рифея (хр. Белягуш, Южный Урал): геология, стратиграфия, магматические образования. *Геол. вестн.*, (3), 16–33.
- Мичурин С.В., Султанова А.Г., Казбулатова Г.М., Шарипова А.А., Савельев Д.Е., Горожанин В.М., Караванова А.М., Войкина З.А. (2020) Фтор и хлор в карбонатных породах лапыштинской подсвиты суранской свиты нижнего рифея (Багарыштинский разрез, Южный Урал). *Геол. вестн.*, (3), 3–26.
- Мичурин С.В., Шарипова А.А., Казбулатова Г.М., Юлдашбаева В.Ф. (2022б) Минералогические и геохимические особенности известняков катаевской свиты Акташской площади (Ямантауский антиклинорий, Южный Урал). *Геол. вестн.*, (1), 83–93.
- Мусина А.М., Мичурин С.В., Биктимерова З.Р., Канирова З.А. (2015) Хлор в карбонатных породах рифея Башкирского мегантиклинория. *Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы III Всерос. молодеж. геол. конф. СПб.: Свое издательство, 144–148.
- Нижний рифей Южного Урала. (1989) (Отв. ред. М.А. Семихатов). М.: Наука, 208 с.
- Овчинникова Г.В., Кузнецова А.Б., Васильева И.М., Горюхов И.М., Крупенин М.Т., Горюховский Б.М., Маслов А.В. (2013) Rb-Pb-возраст и Sr-изотопная характеристика среднерифейских фосфоритовых конкреций: зигазино-комаровская свита Южного Урала. *Докл. АН*, 451(4), 430–434.
- Парфенова Т.М., Мельник Д.С. (2020) Геохимия рассеянного органического вещества пород уксской свиты (верхний рифей, Южный Урал). *От анализа вещества – к бассейновому анализу*. Мат-лы 13 Урал. литол. сов. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 190–192.
- Парфирьев Н.П., Данукалов К.Н., Голованова И.В., Дьякова С.А. (2023) Первые результаты теста внутриформационных конгломератов в катаевской свите позднего рифея (Южный Урал). *Уч. зап. Казан. ун-та. Сер.: Естественные науки*, 165(4), 550–562.
- Парфирьев Н.П., Данукалов К.Н., Голованова И.В., Сальманова Р.Ю. (2024) Первые результаты палеомагнитного опробования красноцветных пород катаевской свиты в окрестностях с. Инзер (Южный Урал). *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы XV Межрегион. науч.-практ. конф. М.: Пере, 150–153.
- Петров Г.А. (2018а) К проблеме корреляции рифейских толщ Южного и Северного Урала. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 165, 67–70.
- Петров Г.А. (2018б) К проблеме корреляции рифейских толщ Южного и Северного Урала. *Осадочная геология Урала и прилегающих регионов: сегодня и завтра*. Мат-лы 12 Урал. литол. сов. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 259–261.
- Петров Г.А., Маслов А.В. (2024) Обстановка формирования нижнекаменноугольных вулканогенно-терригенных толщ восточного склона Среднего и Северного Урала. *Докл. АН. Науки о Земле*, 515(7), 27–36.
- Петров Г.А., Ронкин Ю.Л., Гердес А., Маслов А.В. (2015) Первые результаты U-Pb (LA-ICP-MS)-датирования обломочных цирконов из метапесчаников Ишеримского антиклинория (Северный Урал). *Докл. АН*, 464(5), 589–593.
- Пучков В.Н. (2000) Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: ГИЛЕМ, 146 с.
- Пучков В.Н. (2010) Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 280 с.
- Пучков В.Н., Козлов В.И., Краснобаев А.А. (2011) Палеозойские U-Pb SHRIMP-датировки магматических пород Башкирского мегантиклинория. *Геол. сб.*, вып. 9. Уфа: ИГГ УНЦ РАН, 36–43.
- Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Краснобаев А.А. (2014) Пограничные стратоны рифея и венда на Южном Урале. Дополнения и изменения в региональную стратиграфическую схему. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы X Межрегион. науч.-практ. конф. Уфа: ДизайнПресс, 77–87.
- Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Краснобаев А.А. (2017а) Стратиграфическая схема стратотипа рифея Южного Урала. *Геология. Изв. Отделения наук о Земле и природных ресурсах АН РБ*, (23), 3–26.
- Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Козлов В.И., Сергеева Н.Д. (2012) Новые определения изотопного возраста вулканических излияний в типовом разрезе рифея и венда Южного Урала: следствия для стратиграфии и тектоники. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы IX Межрегион. науч.-практ. конф. Уфа: ДизайнПресс, 52–56.
- Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Краснобаев А.А., Аржавитина М.Ю., Ратов А.А. (2017б) Стратиграфические следствия новых изотопно-геохронологических данных по багрушинскому комплексу риодационных порфиров (Тараташский антиклинорий, Юж-

- ный Урал). *Геол. сб.*, вып. 13. СПб.: Свое издательство, 3-15.
- Ронкин Ю.Л. (2017) Изотопная геология гранитов рапакиви и ассоциирующих пород Южного Урала: Rb-Sr, Sm-Nd, Lu-Hf и U-Pb ограничения. *Граниты и эволюция Земли: мантия и кора в гранитообразовании*. Мат-лы III Междунар. геол. конф. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 237-241.
- Ронкин Ю.Л., Гердес А., Маслов А.В. (2015a) РЗЭ- и Lu-Hf-систематика циркона гранитов рапакиви и ассоциирующих пород суперконтинента Нуна (Колумбия). *Докл. АН*, **461**(2), 214-219.
- Ронкин Ю.Л., Гердес А., Несбит Р. (2015b) Циркон гранитов рапакиви и ассоциирующих пород Южного Урала: REE и Lu-Hf изотопные ограничения. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 162, 222-228.
- Савельев Д.Е. (2014) Конгломераты машакской свиты на горе Нараташ. *Тр. Южно-Уральского гос. природного заповедника*, вып. 2. Уфа: Гилем, 151-161.
- Сальманова Р.Ю., Голованова И.В., Данукалов К.Н., Парфирьев Н.П. (2024) Циклостратиграфический анализ катаевской свиты (на примере нижней части разреза Юрзань). *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы XV Межрегион. науч.-практ. конф. М.: Пере, 196-198.
- Семихатов М.А., Серебряков С.Н. (1983) Сибирский гипостратотип рифея. М.: Наука, 224 с.
- Семихатов М.А., Кузнецов А.Б., Чумаков Н.М. (2015) Изотопный возраст границ общих стратиграфических подразделений верхнего протерозоя (рифея и венда) России: эволюция взглядов и современная оценка. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **23**(6), 16-27.
- Семихатов М.А., Кузнецов А.Б., Маслов А.В., Горюхов И.М., Овчинникова Г.В. (2009) Стратотип нижнего рифея – бурзянская серия Южного Урала: листостратиграфия, палеонтология, геохронология, Sr- и C-изотопные характеристики карбонатных пород. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **17**(6), 17-45.
- Сергеев В.Н., Семихатов М.А., Федонкин М.А., Воробьева Н.Г. (2010) Основные этапы развития докембрийского органического мира. Сообщ. 2. Поздний протерозой. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **18**(6), 3-34.
- Сергеева Н.Д. (2011a) Криволукская свита в разрезе рифея Южного Урала (корреляция отложений по акцессорным минералам). *Геология. Изв. Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ*, (17), 104-109.
- Сергеева Н.Д. (2011b) Минералогические особенности терригенных отложений рифея, вскрытых в скважине 1 Кулгунинская (Южный Урал). *Геол. сб.*, вып. 9. Уфа: ИГГ УНЦ РАН, 9-13.
- Сергеева Н.Д. (2021) Отложения нижнекаратауской подсерии каратауской серии Алатауского антиклиниория в разрезе по р. Зилим в районе д. Толпарово (Южный Урал). *Геол. вестн.*, (1), 3-13.
- Сергеева Н.Д., Дьякова С.А. (2022a) Разрез отложений катаевской свиты по рекам Большой и Малый Казамаш в северной части Инзерского синклиниория (Южный Урал). *Геол. вестн.*, (3), 34-42.
- Сергеева Н.Д., Дьякова С.А. (2022b) Стратотипические и опорные разрезы катаевской и инзерской свит каратауской серии верхнего рифея в Инзерском синклиниории (Южный Урал). *Геол. вестн.*, (1), 94-110.
- Сергеева Н.Д., Дьякова С.А. (2024) Катавская, инзерская и миньярская свиты Авдырдакской антиклинали по автотрассе Уфа – Инзер – Белорецк (Алатауский антиклиниорий, Южный Урал). *Геол. вестн.*, (1), 91-102.
- Сергеева Н.Д., Пучков В.Н. (2022) Региональная стратиграфическая схема отложений верхнего и завершающего рифея и венда Южного Урала (Проект 2022). *Геол. вестн.*, (2), 3-14.
- Сергеева Н.Д., Козлова О.В., Солодова С.А. (2019) Основные черты геологического строения и стратиграфии отложений верхнего докембра на территории геопарка “Торатау” (Южный Урал). *Геол. вестн.*, (3), 50-61.
- Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Дьякова С.А. (2024) Аршиний – четвертое подразделение рифея уральской шкалы. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы XV Межрегион. науч.-практ. конф. М.: Пере, 205-209.
- Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Дьякова С.А., Зайцева Т.С. (2023) Опорный разрез уксской свиты верхнего рифея (каратаевия) в Алатауском антиклиниории (Южный Урал). *Литосфера*, **23**(1), 38-51.
- Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Ратов А.А. (2013) Лимитотип стратиграфической границы нижнего рифея на Южном Урале. *Геол. сб.*, вып. 10. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 64-70.
- Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Ратов А.А., Козлова О.В. (2018) Стратиграфическая корреляция отложений рифея Волго-Уральской области и Южного Урала и их пространственное взаимоотношение в зоне соединения платформенных и складчатых структур по сейсмическим материалам. *Геол. вестн.*, (2), 79-95.
- Сначев А.В. (2015) Геология и петрохимические особенности углеродистых отложений зигазино-комаровской свиты Белорецкого метаморфического купола (Южный Урал). *Проблемы минералогии, петрографии и металлогенеза*. Мат-лы Научных чтений памяти П.Н. Чирвинского, вып. 18. Пермь: ПГНИУ, 328-333.
- Сначев А.В. (2016) Геология и содержание C_{org} в углеродистых отложениях Башкирского мегантиклиниория (Южный Урал). *Геология и полезные ископаемые Западного Урала*. Мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. Пермь: ПГНИУ, (16), 88-91.
- Сначев А.В., Сначев В.И., Рыкус М.В., Савельев Д.Е., Бажин Е.А., Ардисламов Ф.Р. (2012) Геология, петрореохимия и рудоносность углеродистых отложений Южного Урала. Уфа: ДизайнПресс, 208 с.
- Станевич А.М., Козлов В.И., Пучков В.Н., Корнилова Т.А., Сергеева Н.Д. (2012) Палеобиоценозы среднего и позднего рифея в стратотипе Южного Урала. *Докл. АН*, **446**(3), 313-317.
- Станевич А.М., Пучков В.Н., Корнилова Т.А., Сергеева Н.Д., Максимова Е.Н. (2018) Микрофоссилии стратотипа рифея Южного Урала и протерозоя Восточной Сибири (палеобиологические аспекты). *Геол. вестн.*, (3), 3-41.
- Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология. (1983) (Отв. ред. Б.М. Келлер, Н.М. Чумаков). М.: Наука, 184 с.
- Султанова А.Г., Мичурин С.В. (2024) Некоторые вопросы геохимии лития и его распределение в рифейских породах Южного Урала. *Геол. вестн.*, (2), 65-80.

- Султанова А.Г., Мичурин С.В., Каримова А.М., Казбулатова Г.М., Савельев Д.Е., Горожанин В.М. (2019) Фторсодержащие минералы в нижнерифейских отложениях Ямантауского антиклиниория (Южный Урал). *Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий*. Мат-лы VII Все-рос. молодеж. геол. конф. Уфа: РН-БашНИПИнефть, 113–118.
- Холоднов В.В., Ферштатер Г.Б., Ронкин Ю.Л., Бородина Н.С., Прибавкин С.В., Лепихина О.П. (2010) Sm-Nd-, Rb-Sr-возраст габброидов, гранитоидов и титаномагнетитовых руд из расслоенных интрузий Кусинско-Копанского комплекса (Южный Урал). *Докл. АН*, **432**(5), 650–654.
- Шатский Н.С. (1960) Принципы стратиграфии позднегеологического докембра и объем рифейской группы. *Стратиграфия позднего докембра и кембра*. Междунар. геол. конгресс, 21-я сессия. Докл. сов. геологов. М.: АН СССР, 5–15.
- Ялышева А.И. (2010а) Морфометрические характеристики кластогенного кварца псаммитов бурзянской серии Башкирского мегантиклиниория (Южный Урал). *Геология и полезные ископаемые Западного Урала*. Мат-лы сов. Пермь: ПГНИУ, (10), 49–53.
- Ялышева А.И. (2010б) Типоморфизм кластогенного кварца из докембрейских отложений Южного и Среднего Урала. *Литосфера*, (1), 64–83.
- Ялышева А.И. (2013а) Особенности микроморфологии поверхности кластогенного кварца из рифейских и вендских песчаников Башкирского мегантиклиниория. *Проблемы минералогии, петрографии и металлогении*. Мат-лы Научных чтений памяти П.Н. Чирвинского, вып. 16. Пермь: ПГНИУ, 190–196.
- Ялышева А.И. (2013б) Постседиментационные (хемогенные) микротекстуры кластогенного кварца рифейских песчаников Башкирского мегантиклиниория (Южный Урал). *Проблемы геологии и освоения недр*. Тр. XVII Междунар. симп. им. акад. М.А. Усова. Т. 1. Томск: НИ ТПУ, 163–165.
- Ялышева А.И., Крупенин М.Т. (2014) Обстановки осадконакопления базальных толщ среднего рифея Башкирского мегантиклиниория. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 161, 133–139.
- Ялышева А.И., Сергеева Н.Д. (2014) Анализ данных морфометрии обломков пород из конгломератов на-вышской подсвиты айской свиты Башкирского мегантиклиниория. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 161, 149–153.
- Ялышева А.И., Сергеева Н.Д. (2015) Морфология детритовых цирконов и минералогическая зрелость песчаников тугаевской (Волго-Уральская область) и зигальгинской (Южный Урал) свит среднего рифея. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 162, 82–89.
- Ялышева А.И., Сергеева Н.Д., Главатских С.П. (2014) Микроморфология зерен кварца и цирконов из терригенных пород базальных уровней нижнего рифея Башкирского мегантиклиниория и Камско-Бельского авлакогена. *Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 161, 140–148.
- Golovanova I.V., Danukalov K.N., Salmanova R.Yu., Levashova N.M., Parfiryev N.P., Sergeeva N.D., Mert J.G. (2023) Magnetic field hyperactivity during the early Neoproterozoic: A paleomagnetic and cyclostratigraphic study of the Katav Formation, southern Urals, Russia. *Geosci. Front.*, **14**(4), 101558. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101558>
- Kuznetsov A.B., Bekker A., Ovchinnikova G.V., Gorokhov I.M., Vasilyeva I.M. (2017) Unradiogenic strontium and moderate-amplitude carbon isotope variations in early Tonian seawater after the assembly of Rodinia and before the Bitter Springs Excursion. *Precambrian Res.*, **298**, 157–173. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2017.06.011>
- Stüeken E.E., Kuznetsov A.B., Vasilyeva I.M., Krupenin M.T., Bekker A. (2021) Transient deep-water oxygenation recorded by rare Mesoproterozoic phosphorites, South Urals. *Precambrian Res.*, **360**, 106242. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2021.106242>
- ## REFERENCES
- Akhmedova R.R., Michurin S.V. (2024) Potassium Feldspars of the Biryanskaya Subformation of the Zilmerdak Formation of the Upper Riphean (Southern Urals): IR Spectroscopy Data. *Geology, Mineral Resources and Problems of Geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the XV Int. Sci. Pract. Conf. Moscow, Pero Publ., 23–25. (In Russ.)
- Akhmedova R.R., Michurin S.V., Karamova A.M., Kazbulatova G.M. (2022) Crystallochemical features of dolomites of the lower subformation of the Minyar suite of the Upper Riphean (Tolparovo village, Southern Urals). *Geology, geoecology and resource potential of the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the XIV Int. Sci. Pract. Conf. Moscow, Pero Publ., 132–135. (In Russ.)
- Akhmedova R.R., Michurin S.V., Shiyanova E.O., Sergeeva N.D., Sharipova A.A. (2023) Crystallochemical, mineralogical and geochemical features of dolomites of the Avzyan suite of the Middle Riphean (Southern Urals). *Vestn. Voronezh. gos. un-ta. Ser.: Geologiya*, (3), 40–56. (In Russ.)
- Ardislamov F.R., Saveliev D.E. (2013) On the Unsolved Problems of Middle Riphean Volcanism on the Example of the Mashak Formation (Southern Urals). *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, (12), 151. (In Russ.)
- Badida L.V., Dub S.A. (2019) Minerals of the heavy fraction of sandstones of the Katav suite: features of the chemical composition and possible sources of dissolution. *Tr. IGG UrO RAN*, вып. 165, 46–51. (In Russ.)
- Bekker Yu.R. (2015) Riphean silicates (stages, features, siliceous belts and oil and gas potential). *Regional'naya geologiya i metallogeniya*, (64), 28–40. (In Russ.)
- Danukalov K.N., Golovanova I.V., Parfiryev N.P., Sal'manova R.Yu. (2024) Study of the morphology of geomagnetic reversals in the Katav formation. First results. *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the XV Int. Sci. Pract. Conf. Moscow, Pero Publ., 60–62. (In Russ.)
- Danukalov K.N., Golovanova I.V., Sal'manova R.Yu., Parfiryev N.P. (2020) Paleomagnetic study of red-colored rocks of the Upper Riphean of the Southern Urals. *Geol. Vestn.*, (3), 47–54. (In Russ.)
- Dub S.A. (2021a) Upper Riphean-Vendian deposits of the Bashkir megaanticlinorium of the Southern Urals: state of knowledge and stratigraphic subdivision. *Geol. Geofiz.*, **62**(11), 1511–1530. (In Russ.)
- Dub S.A. (2021b) General stratigraphic scale of the Upper Precambrian: problems and proposals for improvement.

- Lithosphere (Russia)*, **21**(4), 449-468. (In Russ.)
- Dub S.A. (2022) On the methods of stratigraphic subdivision of the Precambrian. A view from the Phanerozoic. *Regional'naya Geologiya i Metallogeniya*, (90), 33-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.52349/0869-7892-2022-90-33-40>
- Dub S.A. (2024) Upper Riphean Uk Formation of the Southern Urals: Age, Sedimentation Environments, Ore Genesis. *Metallogeniya drevnikh i sovremennoykh okeanov*, (30), 33-36. (In Russ.)
- Dub S.A., Gorbunova N.P. (2019) Chemical composition of rocks of the Upper Riphean Uk Formation of the Southern Urals: Relationship with Sedimentation Environments and Post-sedimentary Transformations. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 166, 52-58. (In Russ.)
- Dub S.A., Grazhdankin D.V. (2018) Carbonate facies of the Upper Riphean Uk Formation in the Medved (Shubino) section: Brief review. *Lithology and I: from idea to conclusions*. Proceedings of the 3rd All-Russian School of Students, Postgraduates, Young Scientists and Specialists in Lithology. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 69-72. (In Russ.)
- Dub S.A., Grazhdankin D.V. (2021) Lithology and sedimentation environments of carbonate deposits of the Uk Formation of the Upper Riphean (Neoproterozoic) of the Southern Urals. *Litol. Polez. Iskop.*, (6), 513-537. (In Russ.)
- Dub S.A., Grazhdankin D.V., Bobkov N.I. (2018a) Molar tooth structures in the Uk Formation (Upper Riphean, Southern Urals) and their stratigraphic significance. *Lithology and I: from idea to conclusions*. Proceedings of the 3rd All-Russian School of Postgraduates, Young Scientists and Specialists in Lithology. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 72-74. (In Russ.)
- Dub S.A., Cherednichenko N.V., Kiseleva D.V., Deryugina L.K. (2018b) Distribution of rare earth elements in rocks of the Uk Formation of the Upper Riphean of the Southern Urals: analysis of bulk samples and acidic extracts. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 165, 93-99. (In Russ.)
- Dub S.A., Cherednichenko N.V., Kiseleva D.V., Gorbunova N.P., Gulyaeva T.Ya., Deryugina L.K. (2019) Behavior of trace elements in acidic extracts (acetic, nitric and hydrochloric) from terrigenous-carbonate rocks of the Uk Formation of the Upper Riphean of the Southern Urals. *Lithosphere (Russia)*, **19**(6), 919-944. (In Russ.)
- Golovanova I.V., Danukalov K.N., Parfiryev N.P., Salmanova R.Yu. (2024) Actual issues of paleomagnetism of the Katav formation (Upper Riphean, Southern Urals). *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the XV Int. Sci. Pract. Conf. Moscow, Pero Publ., 42-45. (In Russ.)
- Golovanova I.V., Danukalov K.N., Salmanova R.Yu., Levashova N.M., Parfiryev N.P., Sergeeva N.D., Mermert J.G. (2023) Magnetic field hyperactivity during the early Neoproterozoic: A paleomagnetic and cyclostratigraphic study of the Katav Formation, southern Urals, Russia. *Geosci. Front.*, **14**(4), 101558. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101558>
- Golovanova I.V., Danukalov K.N., Salmanova R.Yu., Parfiryev N.P., Levashova N.M. (2022) New results of paleomagnetic studies of the Katav Formation of the Upper Riphean of the Southern Urals. *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the XIV Int. Sci. Pract. Conf. Moscow, Pero Publ., 42-46. (In Russ.)
- Golovanova I.V., Sal'manova R.Yu., Danukalov K.N., Sergeeva N.D. (2019) On the possibility of using cyclostratigraphic analysis in studying the duration of magnetic polarity zones in the deposits of the Katav Formation (Upper Riphean, Southern Urals). *Geol. Vestn.*, (2), 102-110. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M. (2023) Geochemical features of hydrocarbon manifestations in carbonates of the Minyar Formation of the Upper Riphean, Bashkir meganticlinorium, Southern Urals. *Geol. Vestn.*, (1), 13-23. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M., Hollman K., Kuznetsov N.B. (2014a) Hydrocarbon occurrence in Upper Proterozoic deposits of the Southern Urals. *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the X Int. Sci. Pract. Conf. Ufa, DesignPress Publ., 99-101. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M., Michurin S.V., Biktimirova Z.R. (2013a) Isotope-geochemical features of the “cap dolomites” of the Arsha Formation (Southern Urals). *Geologiya. Izv. Otdeleniya nauk o Zemle i prirodykh resursov AN RB*, (19), 61-67. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M., Michurin S.V., Biktimirova Z.R. (2012) Isotope-geochemical features of the “cap dolomites” in the Vendian deposits of the Southern Urals. *Geologiya. Izv. Otdeleniya nauk o Zemle i prirodykh resursov AN RB*, (18), 42-51. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M., Michurin S.V., Kanipova Z.A., Biktimirova Z.R. (2015) Lithological features of diamictites at the Riphean-Vendian boundary in the Tolparovo section (Southern Urals). *Geol. Sb.*, vyp. 12. Ufa, IG UFTs RAN, 23-34. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M., Michurin S.V., Kanipova Z.A., Biktimirova Z.R. (2017) Paleokarst in the Tolparovsky section of the Upper Precambrian, Southern Urals. *Geol. Sb.*, vyp. 13. St.Petersburg, Svoe izdatelstvo Publ., 176-185. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M., Michurin S.V., Kanipova Z.A., Biktimirova Z.R. (2016) The Tolparovsky section of the Upper Precambrian as a typical section of the Cryogenian in the Southern Urals. *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the XI Int. Sci. Pract. Conf. Ufa, DesignPress Publ., 36-38. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M., Michurin S.V., Voikina Z.A., Sharipova A.A., Biktimirova Z.R., Sultanova A.G. (2019) Marine-glacial deposits in the Tolparovsky section of the Upper Precambrian (Zilim and Maly Tolpar rivers). *Geol. Vestn.*, (3), 69-92. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M., Puchkov V.N., Gorozhanina E.N., Sergeeva N.D., Romanyuk T.V., Kuznetsov N.B. (2014b) Navysh graben-rift in the Southern Urals as a fragment of the Early Riphean aulacogen. *Dokl. AN*, **458**(2), 182-187. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M., Sergeeva N.D., Gorozhanina E.N., Puchkov V.N., Kuznetsov N.B., Ratov A.A. (2013b) Tectonic-sedimentary models of the formation of volcanogenic-sedimentary deposits of the Ai Formation in the Navysh time (Southern Urals). *Geol. Sb.*, vyp. 10. Ufa, IG UNTs RAN, 3-20. (In Russ.)
- Gorokhov I.M., Zaitseva T.S., Kuznetsov A.B., Ovchinnikova G.V., Arakelyants M.M., Kovach V.P., Konstantinova G.V., Turchenko T.L., Vasilyeva I.M. (2019) Isotope

- systematics and age of authigenic minerals in mudstones of the Upper Riphean Inzerskaya suite of the Southern Urals. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **27**(2), 3-30. (In Russ.)
- Ivanov K.S., Puchkov V.N. (2022) Structural-formational zones of the Ural folded belt: data review and development of new ideas. *Geotectonika*, (6), 78-113.
- Ivanovskaya T.A., Zvyagina B.B., Sakharov B.A., Zaitseva T.S., Pokrovskaya E.V., Dorzhieva O.V. (2015) Globular layered silicates of glauconite-illite composition in Upper Proterozoic and Lower Cambrian deposits. *Litol. Polez. Iskop.*, (6), 510-537. (In Russ.)
- Ivanushkin A.G. (2012) New data on the stratigraphy of Precambrian and Lower Paleozoic deposits of the Southern Urals. *Regional'naya Geologiya i Metallogeniya*, (51), 41-51. (In Russ.)
- Ivanushkin A.G. (2016) New data on the stratigraphy of Riphean deposits in the northern part of the Bashkir anticlinorium in the Southern Urals. *Regional'naya Geologiya i Metallogeniya*, (65), 60-70. (In Russ.)
- Kazbulatova G.M., Karamova A.M., Michurin S.V., Sultanova A.G. (2019) Distribution of fluorine and chlorine in carbonate rocks of the Bolshoi Inzer and Suran formations of the Lower Riphean in the Southern Urals. *Geology, geoecology and resource potential of the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the VII All-Russian youth Geological Conf. Ufa, RN-BashNIPIneft, 77-81. (In Russ.)
- Kholodnov V.V., Fershtater G.B., Ronkin Yu.L., Borodina N.S., Pribavkin S.V., Lepikhina O.P. (2010) Sm-Nd-, Rb-Sr-age of gabbroids, granitoids and titanomagnetite ores from layered intrusions of the Kusinsko-Kopansky complex (Southern Urals). *Dokl. AN*, **432**(5), 650-654. (In Russ.)
- Knyazev Yu.G., Knyazeva O.Yu., Snachev V.I., Zhданов A.V., Karimov T.R., Aidarov E.M., Masagutov R.Kh., Arslanova E.R. (2013) State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Ural series. Sheet N-40 – Ufa. Explanatory note. St.Petersburg, VSEGEI, 512 p. (In Russ.)
- Kovalev S.S. (2016) Lithological-petrographic and geochemical characteristics of the Middle Riphean deposits of the Ishlinsky graben (Bashkir mega-anticlinorium). *Unique lithological objects through the prism of their diversity*. Proceedings of the 2nd All-Russian School of Students, Postgraduates and Young Scientists on Lithology. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 140-142. (In Russ.)
- Kovalev S.S., Kovalev S.G. (2016) Characteristics of carbon from black shale deposits of the Bashkir mega-anticlinorium. *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the XI Int. Sci. Pract. Conf. Ufa, DesignPress Publ., 96-98. (In Russ.)
- Kovalev S.G., Maslov A.V., Kovalev S.S., Vysotsky S.I. (2019) Sm-Nd age of picrites of the Lysogorsk complex (Southern Urals): evidence of initial Middle Riphean magmatism. *Dokl. AN*, **488**(1), 58-61. (In Russ.)
- Kozlov V.I. (1982) Upper Riphean and Vendian of the Southern Urals. Moscow, Nauka Publ., 128 p. (In Russ.)
- Kozlov V.I., Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Nekhorosheva A.G., Busharina S.V. (2011) Arshiniy – a new Riphean straton in the stratotype sections of the Southern Urals. *Geol. Sb.*, vyp. 9. Ufa, IG UNTs RAN, 3-8. (In Russ.)
- Krasnobaev A.A., Kozlov V.I., Puchkov V.N., Busharina S.V., Sergeeva N.D., Paderin I.P. (2013a) Zircon geochronology of Mashak volcanics and the problem of the age of the Lower-Middle Riphean boundary (Southern Urals). *Stratigr. Geol. Korrel.*, **21**(5), 3-20. (In Russ.)
- Krasnobaev A.A., Kozlov V.I., Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Busharina S.V., Lepekhina E.N. (2013b) Zirconology of the Navysh volcanics of the Ai Formation and the problem of the age of the lower boundary of the Riphean in the Southern Urals. *Dokl. AN*, **448**(4), 437-442. (In Russ.)
- Kuznetsov A.B., Bekker A., Ovchinnikova G.V., Gorokhov I.M., Vasilyeva I.M. (2017) Unradiogenic strontium and moderate-amplitude carbon isotope variations in early Tonian seawater after the assembly of Rodinia and before the Bitter Springs Excursion. *Precambrian Res.*, **298**, 157-173. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2017.06.011>
- Larionov N.N. (2014) On the stratigraphy of the Mashak Formation in the parastratotype section on the Bolshoy Shatak Ridge. *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the X Int. Sci. Pract. Conf. Ufa, DesignPress Publ., 69-72. (In Russ.)
- Lower Riphean of the Southern Urals. (1989) (Ed. by M.A. Semikhatov). Moscow, Nauka Publ., 208 p. (In Russ.)
- Maslov A.V. (1988) Lithology of Upper Riphean deposits of the Bashkir megaanticlinorium. Moscow, Nauka Publ., 133 p. (In Russ.)
- Maslov A.V. (2019) On the reconstruction of the categories of rivers that formed the filling of the Riphean sedimentary basins in the junction of the East European Platform and the modern Southern Urals. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and exploration*, (5), 28-36. (In Russ.)
- Maslov A.V. (2022a) Vendian of the Middle Urals: a review of some studies of the early 21st century. *Lithosphere (Russia)*, **22**(5), 555-578. (In Russ.)
- Maslov A.V. (2022b) Vendian of the Southern Urals: a review of studies of the early 21st century. *Lithosphere (Russia)*, **22**(4), 409-431. (In Russ.)
- Maslov A.V., Dub S.A. (2019) Distribution of rare earth elements and yttrium in carbonate rocks of the Uk Formation (Upper Riphean, Southern Urals). *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 166, 114-121. (In Russ.)
- Maslov A.V., Dub S.A. (2024) Lithogeochemical characteristics and sedimentation settings of limestones of the Uk Formation of the Upper Riphean of the Southern Urals. *Litol. Polez. Iskop.*, (3), 317-339. (In Russ.)
- Maslov A.V., Krupenin M.T. (1991) Riphean sections of the Bashkir megaanticlinorium (Western slope of the Southern Urals). Sverdlovsk, UrO AN SSSR, 172 p. (In Russ.)
- Maslov A.V., Gareev E.Z., Krupenin M.T. (1998) Sedimentary sequences of the Riphean type area (retrospective review of sedimentological, paleogeographic, lithological-mineralogical and petrogeochemical studies). Ufa, Print Publ., 225 p. (In Russ.)
- Maslov A.V., Kovalev S.G., Gareev E.Z. (2017) Low-carbon clay shales of the Riphean of the Southern Urals in the context of the formation of large igneous provinces. *Geokhimiya*, (7), 594-608. (In Russ.)
- Maslov A.V., Olovyanishnikov V.G., Isherskaya M.V. (2002) Riphean of the eastern, northeastern and northern periphery of the Russian platform and the western megazone of the Urals: lithostratigraphy, formation conditions and types of sedimentary sequences. *Lithosphere (Russia)*, **22**(4), 409-431. (In Russ.)

- sia*), (2), 54-95. (In Russ.)
- Maslov A.V., Dub S.A., Cherednichenko N.V., Kiseleva D.V. (2018a) First data on the distribution of rare earth elements and yttrium in carbonate rocks of the Upper Riphean Uk Formation (Southern Urals). *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 165, 41-47. (In Russ.)
- Maslov A.V., Dub S.A., Parfenova T.M., Melnik D.S. (2020) Uk Formation (Upper Riphean, Southern Urals): new data. *From substance analysis to basin analysis*. Proceedings of the 13th Ural Lithological Meeting. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 150-153. (In Russ.)
- Maslov A.V., Erokhin Yu.V., Gerdes A., Ronkin Yu.L., Ivanov K.S. (2018b) First results of U-Pb La-ICP-MS isotope dating of detrital zircons from arkosic sandstones of the Biryansk subformation of the Zilmerdak Formation of the Upper Riphean (Southern Urals). *Dokl. AN*, **482**(5), 558-561. (In Russ.)
- Maslov A.V., Grazhdankin D.V., Dub S.A., Melnik D.S., Parfenova T.M., Kolesnikov A.V., Cherednichenko N.V., Kiseleva D.V. (2019) Uk Formation of the Upper Riphean of the Southern Urals: sedimentology and geochemistry (first research results). *Lithosphere (Russia)*, **19**(5), 659-686. (In Russ.)
- Maslov A.V., Krupenin M.T., Gareev E.Z., Anfimov L.V. (2001) Riphean of the western slope of the Southern Urals (classical sections, sedimentogenesis and lithogenesis, mineralogy, geological natural monuments). Ekaterinburg, IGG UrO RAN, **I**, 351 p.; **II**, 134 p.; **III**, 130 p.; **IV**, 103 p. (In Russ.)
- Michurin S.V., Gorozhanin V.M. (2010) Sulfur isotope composition of gypsum from the Middle Riphean deposits of the Bashkir megaanticlinorium. *Geologiya. Izv. Otdeleniya nauk o Zemle i prirodnykh resursov AN RB*, (15), 122-125. (In Russ.)
- Michurin S.V., Sharipova A.A. (2011) Chemical dating of uranium-thorium mineralization from the Lower Riphean deposits of the Bashkir anticlinorium. *Geol. Sb.*, vyp. 9. Ufa, IGG UNTs RAN, 216-219. (In Russ.)
- Michurin S.V., Biktimirova Z.R., Kanipova Z.A., Danilenko S.A. (2014) Zinc in carbonate rocks of the Suran suite of the Lower Riphean (Southern Urals). *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the X Int. Sci. Pract. Conf. Ufa, DesignPress Publ., 150-154. (In Russ.)
- Michurin S.V., Biktimirova Z.R., Kazbulatova G.M., Gorozhanin V.M., Sultanova A.G., Karimova A.M., Voykina Z.A., Sharipova A.V. (2021) Mineralogical and geochemical features of carbonate rocks of the lower sub-suite of the Inzerskaya suite of the Upper Riphean in the area of the village. *Geol. Vestn.*, (1), 80-97. (In Russ.)
- Michurin S.V., Karimova A.M., Kazbulatova G.M., Sultanova A.G., Savelyev D.E., Gorozhanin V.M. (2019) Fluorine in carbonate rocks of the Bolsheinzer and Suran formations of the Lower Riphean in the Southern Urals. *Geologiya. Izv. Otdeleniya nauk o Zemle i prirodnykh resursov AN RB*, (26), 76-90. (In Russ.)
- Michurin S.V., Krupenin M.T., Shiyanova E.O., Savelyev D.E., Gorozhanin V.M., Dub S.A., Kazbulatova G.M., Sharipova A.A., Akhmedova R.R. (2022a) Section of the Tyulmen Subformation of the Avzyan Formation of the Middle Riphean (Belyagush Range, Southern Urals): geology, stratigraphy, igneous formations. *Geol. Vestn.*, (3), 16-33. (In Russ.)
- Michurin S.V., Sharipova A.A., Kazbulatova G.M., Yuldashbaeva V.F. (2022b) Mineralogical and geochemical features of limestones of the Katav formation of the Aktash area (Yamantau anticlinorium, Southern Urals). *Geol. Vestn.*, (1), 83-93. (In Russ.)
- Michurin S.V., Sultanova A.G., Kazbulatova G.M., Sharipova A.A., Savelyev D.E., Gorozhanin V.M., Karamanova A.M., Voykina Z.A. (2020) Fluorine and chlorine in carbonate rocks of the Lapshty subformation of the Suran Formation of the Lower Riphean (Bagaryshta section, Southern Urals). *Geol. Vestn.*, (3), 3-26. (In Russ.)
- Musina A.M., Michurin S.V., Biktimirova Z.R., Kanipova Z.A. (2015) Chlorine in carbonate rocks of the Riphean of the Bashkir megaanticlinorium. *Geology, geoecology and resource potential of the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the III All-Russian youth Geol. Conf. St.Petersburg, Svoe izdatelstvo Publ., 144-148. (In Russ.)
- Ovchinnikova G.V., Kuznetsov A.B., Vasilyeva I.M., Gorokhov I.M., Krupenin M.T., Gorokhovsky B.M., Maslov A.V. (2013) Pb-Pb age and Sr isotope characteristics of Middle Riphean phosphorite nodules: Zigazakomarovo Formation of the Southern Urals. *Dokl. AN*, **451**(4), 430-434. (In Russ.)
- Parfenova T.M., Melnik D.S. (2020) Geochemistry of dispersed organic matter in rocks of the Uk suite (Upper Riphean, Southern Urals). *From substance analysis to basin analysis*. Proceedings of the 13th Ural Lithological Meeting. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 190-192. (In Russ.)
- Parfiryev N.P., Danukalov K.N., Golovanova I.V., Dyakova S.A. (2023) First results of intraformational conglomerate testing in the Katav Formation of the Late Riphean (Southern Urals). *Uch. zap. Kazan. un-ta. Ser.: Estestvennye nauki*, **165**(4), 550-562. (In Russ.)
- Parfiryev N.P., Danukalov K.N., Golovanova I.V., Sal'manova R.Yu. (2024) First results of paleomagnetic sampling of red-colored rocks of the Katav Formation in the vicinity of the village of Inzer (Southern Urals). *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the XV Int. Sci. Pract. Conf. Moscow, Pero Publ., 150-153. (In Russ.)
- Petrov G.A. (2018b) On the Problem of Correlation of Riphean Structural Units of the Southern and Northern Urals. *Sedimentary Geology of the Urals and Adjacent Regions: Today and Tomorrow*. Proceedings of the 12th Ural Lithological Meeting. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 259-261. (In Russ.)
- Petrov G.A. (2018a) On the Problem of Correlation of Riphean Structural Units of the Southern and Northern Urals. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 165, 67-70. (In Russ.)
- Petrov G.A., Maslov A.V. (2024) Formation Setting of Lower Carboniferous Volcanic-Terrigenous Structural Units of the Eastern Slope of the Middle and Northern Urals. *Dokl. AN. Nauki o Zemle*, **515**(7), 27-36. (In Russ.)
- Petrov G.A., Ronkin Yu.L., Gerdes A., Maslov A.V. (2015) First results of U-Pb (LA-ICP-MS) dating of detrital zircons from metasandstones of the Isherim anticlinorium (Northern Urals). *Dokl. AN*, **464**(5), 589-593. (In Russ.)
- Puchkov V.N. (2010) Geology of the Urals and the Urals (topical issues of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny). Ufa, DesignPoligrafServis Publ., 280 p. (In Russ.)

- Puchkov V.N. (2000) Paleogeodynamics of the Southern and Middle Urals. Ufa, GILEM Publ., 146 p. (In Russ.)
- Puchkov V.N., Kozlov V.I., Krasnobaev A.A. (2011) Paleozoic U-Pb SHRIMP dating of igneous rocks of the Bashkir meganticlinorium. *Geol. Sb.*, vyp. 9. Ufa, IGG UNTs RAN, 36-43. (In Russ.)
- Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Krasnobaev A.A. (2014) Boundary stratigraphic units of the Riphean and Vendian in the Southern Urals. additions and changes to the regional stratigraphic scheme. *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the X Int. Sci. Pract. Conf. Ufa, DesignPress Publ., 77-87. (In Russ.)
- Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Krasnobaev A.A. (2017a) Stratigraphic scheme of the Riphean stratotype of the Southern Urals. *Geologiya. Izv. Otdeleniya nauk o Zemle i prirodykh resursov AN RB*, (23), 3-26. (In Russ.)
- Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Kozlov V.I., Sergeeva N.D. (2012) New determinations of the isotopic age of volcanic eruptions in the typical section of the Riphean and Vendian of the Southern Urals: consequences for stratigraphy and tectonics. *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the IX Int. Sci. Pract. Conf. Ufa, DesignPress Publ., 52-56. (In Russ.)
- Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Krasnobaev A.A., Arzhavitsina M.Yu., Ratov A.A. (2017b) Stratigraphic consequences of new isotope-geochronological data on the Bagru-shinsky rhyodacitic porphyry complex (Tarataш anticlinorium, Southern Urals). *Geol. Sb.*, vyp. 13. St.Petersburg, Svoe izdatelstvo Publ., 3-15. (In Russ.)
- Riphean stratotype. Stratigraphy. Geochronology. (1983) (Ed. by B.M. Keller, N.M. Chumakov). Moscow, Nauka Publ., 184 p. (In Russ.)
- Ronkin Yu.L. (2017) Isotope geology of rapakivi granites and associated rocks of the Southern Urals: Rb-Sr, Sm-Nd, Lu-Hf and U-Pb constraints. *Granites and the evolution of the Earth: mantle and crust in granite formation*. Proceedings of the III Int. Geol. Conf. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 237-241. (In Russ.)
- Ronkin Yu.L., Gerdes A., Maslov A.V. (2015a) REE and Lu-Hf systematics of zircon from rapakivi granites and associated rocks of the Nuna supercontinent (Columbia). *Dokl. AN*, **461**(2), 214-219. (In Russ.)
- Ronkin Yu.L., Gerdes A., Nesbit R. (2015b) Zircon from rapakivi granites and associated rocks of the Southern Urals: REE and Lu-Hf isotope constraints. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 162, 222-228. (In Russ.)
- Sal'manova R.Yu., Golovanova I.V., Danukalov K.N., Parfiryev N.P. (2024) Cyclostratigraphic analysis of the Katav Formation (using the lower part of the Yuryuzan section as an example). *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the XV Int. Sci. Pract. Conf. Moscow, Pero Publ., 196-198. (In Russ.)
- Saveliev D.E. (2014) Conglomerates of the Mashak Formation on Mount Narataш. *Tr. Yuzhno-Ural'skogo gos. prirodno-zapovednika*, vyp. 2. Ufa, Gilem Publ., 151-161. (In Russ.)
- Semikhatov M.A., Serebryakov S.H. (1983) Siberian Riphean hypostratotype. Moscow, Nauka Publ., 224 p. (In Russ.)
- Semikhatov M.A., Kuznetsov A.B., Chumakov N.M. (2015) Isotopic age of the boundaries of common stratigraphic units of the Upper Proterozoic (Riphean and Vendian) of Russia: evolution of views and modern assessment. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **23**(6), 16-27. (In Russ.)
- Semikhatov M.A., Kuznetsov A.B., Maslov A.V., Gorokhov I.M., Ovchinnikova G.V. (2009) Lower Riphean stratotype – Burzyan Group of the Southern Urals: lithostratigraphy, paleontology, geochronology, Sr- and C-isotope characteristics of carbonate rocks. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **17**(6), 17-45. (In Russ.)
- Sergeev V.N., Semikhatov M.A., Fedonkin M.A., Vorobyeva N.G. (2010) The main stages of development of the Precambrian organic world: Communication 2. Late Proterozoic. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **18**(6), 3-34. (In Russ.)
- Sergeeva N.D. (2011a) Krivaya Luka Formation in the Riphean Section of the Southern Urals (Correlation of Deposits by Accessory Minerals). *Geologiya. Izv. Otdeleniya nauk o Zemle i prirodykh resursov AN RB*, (17), 104-109. (In Russ.)
- Sergeeva N.D. (2011b) Mineralogical Features of the Riphean Terrigenous Deposits Uncovered in Well 1 Kulgunino (Southern Urals). *Geol. Sb.*, vyp. 9. Ufa, IGG UNTs RAN, 9-13. (In Russ.)
- Sergeeva N.D. (2021) Deposits of the Lower Karatau Sub-series of the Karatau Series of the Alatau Anticlinorium in the Section along the Zilim River in the Area of the Village of Tolparovo (Southern Urals). *Geol. Vestn.*, (1), 3-13. (In Russ.)
- Sergeeva N.D., Dyakova S.A. (2022a) Section of Katav Formation Deposits along the Bolshoi and Maly Kazamash Rivers in the Northern Part of the Inzer Synclinorium (Southern Urals). *Geol. Vestn.*, (3), 34-42. (In Russ.)
- Sergeeva N.D., Dyakova S.A. (2022b) Stratotype and Reference Sections of the Katav and Inzer formations of the Upper Riphean Karatau Group in the Inzer Synclinorium (Southern Urals). *Geol. Vestn.*, (1), 94-110. (In Russ.)
- Sergeeva N.D., Dyakova S.A. (2024) Katav, Inzer and Minyar formations of the Avdyrdak Anticline along the Ufa-Inzer-Beloretsk Highway (Alatau Anticlinorium, Southern Urals). *Geol. Vestn.*, (1), 91-102. (In Russ.)
- Sergeeva N.D., Puchkov V.N. (2022) Regional stratigraphic scheme of the Upper and Final Riphean and Vendian deposits of the Southern Urals (Project 2022). *Geol. Vestn.*, (2), 3-14. (In Russ.)
- Sergeeva N.D., Kozlova O.V., Solodova S.A. (2019) Main features of the geological structure and stratigraphy of the Upper Precambrian deposits in the Toratau Geopark (Southern Urals). *Geol. Vestn.*, (3), 50-61. (In Russ.)
- Sergeeva N.D., Puchkov V.N., Dyakova S.A. (2024) Arshinny – the fourth subdivision of the Riphean of the Ural scale. *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the XV Int. Sci. Pract. Conf. Moscow, Pero Publ., 205-209. (In Russ.)
- Sergeeva N.D., Puchkov V.N., Dyakova S.A., Zaitseva T.S. (2023) Key section of the Ukskaya suite of the Upper Riphean (Karataviya) in the Alatau anticlinorium (Southern Urals). *Lithosphere (Russia)*, **23**(1), 38-51. (In Russ.)
- Sergeeva N.D., Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Ratov A.A. (2013) Limitotype of the stratigraphic boundary of the Lower Riphean in the Southern Urals. *Geol. Sb.*, vyp. 10. Ufa, IGG UNTs RAN, 64-70. (In Russ.)
- Sergeeva N.D., Puchkov V.N., Ratov A.A., Kozlova O.V. (2018) Stratigraphic correlation of the Riphean deposits of the Volga-Ural region and the Southern Urals and

- their spatial relationship in the junction zone of platform and folded structures based on seismic materials. *Geol. Vestn.*, (2), 79-95. (In Russ.)
- Shatsky N.S. (1960) Principles of Late Precambrian stratigraphy and the volume of the Riphean group. *Late Precambrian and Cambrian stratigraphy*. Int. Geol. Congress, 21 session. Reports of the Soviet geologists. Moscow, AN SSSR, 5-15. (In Russ.)
- Snachev A.V. (2016) Geology and C_{org} content in carbonaceous sediments of the Bashkir meganticlinorium (Southern Urals). *Geology and mineral resources of the Western Urals*. Proceedings of the All-Russian Sci. Pract. Conf. Perm, PGU, (16), 88-91. (In Russ.)
- Snachev A.V. (2015) Geology and petrochemical features of carbonaceous deposits of the Zigaza-Komarovo Formation of the Beloretsk metamorphic dome (Southern Urals). *Problems of mineralogy, petrography and metallogeny*. Proceedings of the Scientific Readings in Memory of P.N. Chirvinsky, vyp. 18. Perm, PGU, 328-333. (In Russ.)
- Snachev A.V., Snachev V.I., Rykus M.V., Saveliev D.E., Bazhin E.A., Ardislamov F.R. (2012) Geology, petrogeochemistry and ore content of carbonaceous deposits of the Southern Urals. Ufa, DesignPress Publ., 208 p. (In Russ.)
- Stanevich A.M., Kozlov V.I., Puchkov V.N., Kornilova T.A., Sergeeva N.D. (2012) Paleobiocenoses of the Middle and Late Riphean in the stratotype of the Southern Urals. *Dokl. AN*, **446**(3), 313-317. (In Russ.)
- Stanevich A.M., Puchkov V.N., Kornilova T.A., Sergeeva N.D., Maksimova E.N. (2018) Microfossils of the Riphean stratotype of the Southern Urals and the Proterozoic of Eastern Siberia (paleobiological aspects). *Geol. Vestn.*, (3), 3-41. (In Russ.)
- Stüeken E.E., Kuznetsov A.B., Vasilyeva I.M., Krupenin M.T., Bekker A. (2021) Transient deep-water oxygenation recorded by rare Mesoproterozoic phosphorites, South Urals. *Precambrian Res.*, **360**, 106242. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2021.106242>
- Sultanova A.G., Michurin S.V. (2024) Some issues of lithium geochemistry and its distribution in the Riphean rocks of the Southern Urals. *Geol. Vestn.*, (2), 65-80. (In Russ.)
- Sultanova A.G., Michurin S.V., Karimova A.M., Kazbulatova G.M., Savelyev D.E., Gorozhanin V.M. (2019) Fluorine-bearing minerals in the Lower Riphean deposits of the Yamantau anticlinorium (Southern Urals). *Geology, geoecology and resource potential of the Urals and adjacent territories*. Proceedings of the VII All-Russian Youth Geol. Conf. Ufa, RN-BashNIPIneft, 113-118. (In Russ.)
- Yalysheva A.I. (2010a) Morphometric characteristics of clastogenic quartz of psammites of the Burzyan Group of the Bashkir meganticlinorium (Southern Urals). *Geology and mineral resources of the Western Urals*. Proceedings of the Meeting. Perm, PGU, (10), 49-53. (In Russ.)
- Yalysheva A.I. (2010b) Typomorphism of clastogenic quartz from Precambrian deposits of the Southern and Middle Urals. *Lithosphere (Russia)*, (1), 64-83. (In Russ.)
- Yalysheva A.I. (2013a) Features of the micromorphology of clastogenic quartz surfaces from the Riphean and Vendian sandstones of the Bashkir meganticlinorium. *Problems of mineralogy, petrography and metallogeny*. Proceedings of the Scientific Readings in Memory of P.N. Chirvinsky, vyp. 16. Perm, PGU, 190-196. (In Russ.)
- Yalysheva A.I. (2013b) Post-sedimentation (chemogenic) microtextures of clastogenic quartz from Riphean sandstones of the Bashkir megaanticlinorium (Southern Urals). *Problems of Geology and Subsoil Development*. Proceedings of the XVII Inte. Symp. named after academician M.A. Usov. V. 1. Tomsk, NII TPU, 163-165. (In Russ.)
- Yalysheva A.I., Krupenin M.T. (2014) Sedimentation environments of the Middle Riphean basal strata of the Bashkir megaanticlinorium. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 161, 133-139. (In Russ.)
- Yalysheva A.I., Sergeeva N.D. (2014) Analysis of morphometry data of rock fragments from conglomerates of the Navysh subformation of the Ai Formation of the Bashkir megaanticlinorium. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 161, 149-153. (In Russ.)
- Yalysheva A.I., Sergeeva N.D. (2015) Morphology of detrital zircons and mineralogical maturity of sandstones of the Tukaevo (Volga-Ural region) and Zigalga (Southern Urals) formations of the Middle Riphean. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 162, 82-89. (In Russ.)
- Yalysheva A.I., Sergeeva N.D., Glavatskikh S.P. (2014) Micromorphology of quartz and zircon grains from terrigenous rocks of the basal levels of the Lower Riphean of the Bashkir meganticlinorium and the Kama-Belsk aulacogen. *Tr. IGG UrO RAN*, vyp. 161, 140-148. (In Russ.)
- Zaitseva T.S., Kuznetsov A.B., Gorozhanin V.M., Gorokhov I.M., Ivanovskaya T.A., Konstantinova G.V. (2019) Vendian basement in the Southern Urals: Rb-Sr age of glauconites of the Bakeev Formation. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **27**(5), 82-96. (In Russ.)
- Zaitseva T.S., Kuznetsov A.B., Sergeeva N.D., Ivanovskaya T.A., Kaurova O.K. (2022) Mineralogical and crystallochemical characteristics and Rb-Sr age of globular layered silicates from oolitic limestones of the Uk Formation (Southern Urals). *Clays and clay minerals – 2022*. Proceedings of the V Russian School on Clay Minerals and the VII Russian Conference on Clays and Clay Minerals. Moscow, IGEM RAN, 92-94. (In Russ.)