

УДК 551.71(234.853)

DOI: 10.24930/1681-9004-2023-23-1-38-51

## Опорный разрез укской свиты верхнего рифея (каратавия) в Алатауском антиклинории (Южный Урал)

Н. Д. Сергеева<sup>1</sup>, В. Н. Пучков<sup>2</sup>, С. А. Дьякова<sup>1</sup>, Т. С. Зайцева<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии УФИЦ РАН, 450077, г. Уфа, ул. Карла Маркса, 16/2, e-mail: riphey@ufaras.ru

<sup>2</sup>Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, 620110, г. Екатеринбург, ул. Акад. Вонсовского, 15, e-mail: puchkv2@mail.ru

<sup>3</sup>Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, 199034, г. Санкт-Петербург, Макарова наб., 2, e-mail: z-t-s@mail.ru

Поступила в редакцию 22.09.2022 г., принята к печати 01.11.2022 г.

**Объект исследования.** Отложения укской свиты верхнего рифея (каратавия) в Алатауском антиклинории (Южный Урал) в разрезе правого берега р. Басу и ее притока Манайсу восточнее хут. Кулмас. **Результаты.** Строение разрезов укской свиты по р. Басу (Кулмас) в Алатауском антиклинории и ее стратотипе по р. Юрюзань у г. Усть-Катав в Сулеймановской антиклинали однотипно: нижнеукская подсвита представлена неравномерным чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов с редкими прослоями известняков и доломитов со строматолитами *Patomella kelleri* Raaben, *Tungussia bassa* Kryl. и микрофитолитами IV комплекса, а верхнеукская – известняками со строматолитами *Linella ukka* Kryl., *Linella simica* Kryl. и микрофитолитами IV комплекса. Однако песчаники и алевролиты нижнеукской подсвиты в стратотипе по р. Юрюзань (Усть-Катав) имеют полимиктовый состав, а в опорном разрезе по р. Басу (Кулмас) – существенно кварцевый. Эти петрографические особенности отложений могли быть обусловлены разным составом пород питающих провинций. В породах укской свиты в разрезе по р. Басу у хут. Кулмас значительно проявлены эпигенетические процессы: доломитизация и окремнение. В известняках верхнеукской подсвиты отмечаются каверны и трещины, а также прослойки, обогащенные битумом (?). **Выводы.** Опорный разрез укской свиты по р. Басу (Кулмас), в котором отложения нижней подсвиты укской свиты представлены наиболее полно в сравнении со стратотипом по р. Юрюзань (Усть-Катав), предложен в качестве гипостратотипа. Кавернозно-трещиноватые известняки укской свиты с прослойками, обогащенными битумом (?), могут рассматриваться в качестве интересного поискового объекта на углеводородное сырье с учетом того обстоятельства, что в окремненных кавернозно-трещиноватых доломитах камовской серии верхнего рифея Сибирской платформы вскрыта крупная нефтегазоносная залежь.

**Ключевые слова:** верхний рифей, свита, миньярская, укская, гипостратотип, Авдырдаская антиклиналь, Южный Урал

### Источник финансирования

Исследования выполнены в соответствии с планами научно-исследовательских работ Института геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, г. Уфа (тема государственного задания FMRS-2022-0013) и Института геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого УрО РАН, г. Екатеринбург (тема государственного задания АААА-А19-119072990020-6) и Института геологии и геохронологии докембрия РАН (тема государственного задания FMUW-2021-0003)

## Reference section of the Uk Formation of the Upper Riphean (Karatavian) in the Alatau anticlinorium (Southern Urals)

Nina D. Sergeeva<sup>1</sup>, Viktor N. Puchkov<sup>2</sup>, Svetlana A. Dyakova<sup>1</sup>, Tatyana S. Zaitseva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geology Ufa Subdivision Federal Research Centre RAS, 16/2 Karl Marx st., Ufa 450077, Russia, e-mail: riphey@ufaras.ru

<sup>2</sup>Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry UB RAS, 15 Academician Vonsovsky st., Ekaterinburg 620110, Russia, e-mail: puchkv2@mail.ru

<sup>3</sup>Institute of Precambrian Geology and Geochronology RAS, 2 Makarova emb., St. Petersburg 199034, Russia, e-mail: z-t-s@mail.ru

Received 22.09.2022, accepted 01.11.2022

**Research subject.** The deposits of the Uk Formation of the Upper Riphean (Karatavian) in the Alatau anticlinorium (Southern Urals) were studied in the section of the right bank of Basu river and its tribute Manaysu located to the east of the Kulmas

**Для цитирования:** Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Дьякова С.А., Зайцева Т.С. (2023) Опорный разрез укской свиты верхнего рифея (каратавия) в Алатауском антиклинории (Южный Урал). *Литосфера*, **23**(1), 38–51. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-1-38-51>

**For citation:** Sergeeva N.D., Puchkov V.N., Dyakova S.A., Zaitseva T.S. (2023) Reference section of the Uk Formation of the Upper Riphean (Karatavian) in the Alatau anticlinorium (Southern Urals). *Lithosphere (Russia)*, **23**(1), 38–51. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-1-38-51>

settlement. *Results.* The structure of the sections of Uk Formation along Basu River (Kulmas) in the Alatau anticlinorium and its stratotype at the Yuryzan river near town of Ust-Katav in the Suleimanovo anticline is identical: the Lower Uk Subformation is represented by irregular alternation of sandstones, siltstones and shales with rare layers of limestones and dolomites with *Patomella kelleri* Raaben and *Tungussia bassa* Kryl. stromatolites and microphytolites of the IV complex, while the Upper Uk – by limestones with *Linella ukka* Kryl. and *Linella simica* Kryl. stromatolites and microphytolites of the IV complex. However, the sandstones and siltstones of the Lower Uk Subformation in the stratotype at the Yuryzan river (Ust-Katav) are polymictic, while in the reference section along Basu river (Kulmas) they have mostly quartz composition. These petrographic features may be a result of different provenance. In the rocks of Uk Formation in the Basu section (Kulmas), the epigenetic processes (dolomitization and silicification) are strongly manifested. In the limestones of the Upper Uk Formation the caverns and fractures along with layers enriched by a bitumen (?) are observed. *Conclusions.* The reference section of the Uk Formation along the river Basu (Kulmas) is proposed as a hypostatotype, in which the deposits of the lower subformation of the Uk suite are most fully represented in comparison with the stratotype along the river Yuryzan (Ust-Katav). Cavernous-fractured limestones of the Uk Formation with layers enriched by a bitumen (?), may be regarded as an interesting search object for hydrocarbons, taking into account that a large hydrocarbon deposit has been discovered in the silicified cavernous-fractured dolomites of Kamovskaya Formation of the Upper Riphean of the Siberian platform.

**Keywords:** Upper Riphean, Formation, Minyar, Uk, hypostratotype, Avdyrdak anticline, Southern Urals

#### Funding information

The studies were fulfilled in correspondence with the plans of scientific research works of the Institute of Geology of the Ufimian Federal Research Centre of RAS, Ufa (the theme of the State task FMRS-2022-0013) and A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry of the Uralian Branch of RAS, Ekaterinburg (theme of the State Task AAAA-A19-119072990020-6) and Institute of Precambrian Geology and Geochronology RAS (theme of the State Task FMUW-2021-0003)

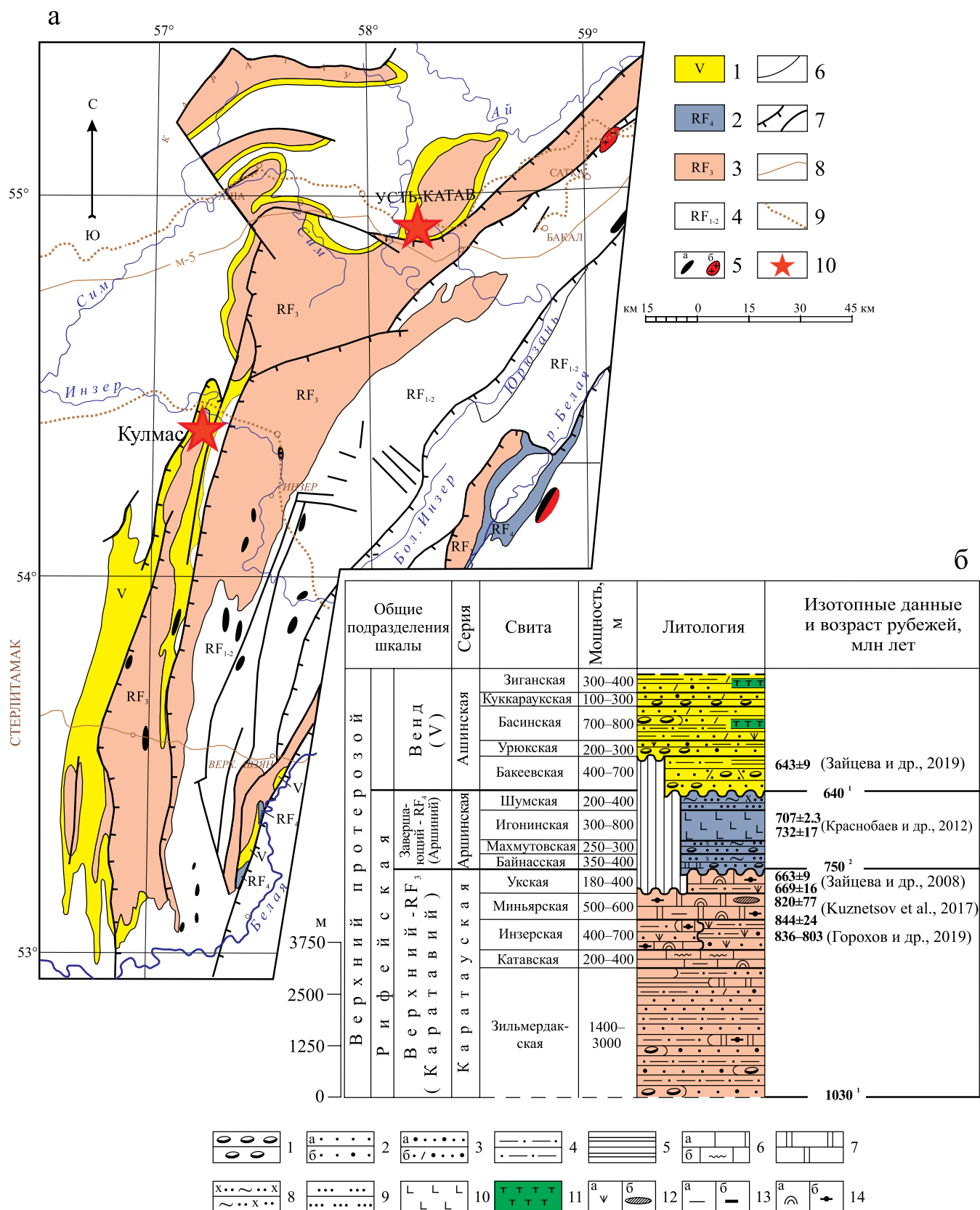
## ВВЕДЕНИЕ

Укская свита завершает разрез верхнего рифея (каратавия) в Башкирском мегантиклинории на Южном Урале (рис. 1). Отложения верхнего рифея характеризуются наиболее богатыми и разнообразными комплексами микрофоссилий, строматолитов и микрофитолитов, определяющими биостратиграфическую характеристику каратавия и его отдельных свит, что ранее использовали как один из инструментов в межрегиональной корреляции разрезов (Стратиграфические схемы..., 1993; Стратиграфический кодекс России, 2019). Впервые укская свита была выделена С.М. Домрачевым (1952) по р. Ук, левому притоку р. Сим, и соотнесена фациальным аналогом ашинской свиты. Позднее стратиграфическая самостоятельность укской свиты была обоснована Ю.Р. Беккером (1958, 1961), а в качестве стратотипа укской свиты им был предложен разрез по правому берегу р. Юрюзань выше г. Усть-Катав, что было принято в последующих исследованиях региона (Козлов, 1982; Стратотип рифея..., 1983).

В пределах Башкирского мегантиклинория отложения свиты в виде узких полос (шириной от 150–200 до 500 м, а в разрезе правого берега р. Зилим, ниже устья р. Куртазы, до 2 км) прослеживаются в крыльях Каратауского структурного комплекса, Сулеймановской антиклинали, Алатауско-

го антиклинория, где мощность отложений составляет 180–400 м. Увеличение мощности укской свиты до 600 м происходит в Тирлянском и Криволукском синклиналях на восточном крыле Башкирского мегантиклинория. Представление о составе и строении укской свиты можно получить в разрезах по рекам Юрюзань (стратотип), Арша, Белая, Зилим и Басу и их притокам (Козлов, 1982). По особенностям литологического состава и порядку напластования укская свита расчленена на нижнюю (карбонатно-терригенную в западных и терригенную в восточных разрезах) и верхнюю (карбонатную) подсвиты. Нижняя подсвита представлена песчаниками и алевролитами глауконит-кварцевыми и полимиктовыми с прослоями аргиллитов с микрофоссилиями и известняков со строматолитами *Patomella kelleri* Raaben, *Tungussia bassa* Kryl. и микрофитолитами IV комплекса, а верхняя – преимущественно известняками со строматолитами *Linella ukka* Kryl., *Linella simica* Kryl. (Стратотип рифея..., 1982) и микрофитолитами IV комплекса.

Нижняя граница укской свиты с подстилающей миньярской свитой в большей части известных разрезов не обнажена. Небольшой перерыв на контакте миньярской и укской свит отмечен (Козлов, 1982) в разрезах по р. Юрюзань у г. Усть-Катав (см. рис. 1а) и р. Белая в 1.5 км выше д. Мурадымово и на южном борту урочища Кривая Лука (Козлов, 1982).



**Рис. 1.** Схематическая геологическая карта (а) и сводная литолого-стратиграфическая колонка (б) позднего рифея и венда Башкирского мегантиклинория (Южный Урал), по (Геологическая карта..., 2002; Козлов и др., 2011) с дополнениями и изменениями.

а. Отложения: 1 – венда; 2–4 – рифея: 2 – завершающего, 3 – верхнего, 4 – нижнего и среднего; 5 – магматические породы: габбро (а) и граниты (б); 6 – стратиграфические границы; 7 – тектонические надвиги и разломы; 8 – автотрассы; 9 – железные дороги; 10 – местоположение разрезов укской свиты.

б. 1 – конгломераты; 2 – песчаники кварцевые (а) и полевошпат-кварцевые (б); 3 – песчаники аркозовые (а) и полимиктовые (б); 4 – алевролиты; 5 – аргиллиты; 6 – известняки массивной (а) и “струйчатой” текстуры (б); 7 – доломиты; 8 – сланцы слюдисто-хлорит-кварцевые; 9 – кварциты; 10 – базальты; 11 – туфы; 12 – глауконит (а) и кремни (б); 13 – глинистость (а) и углеродистость (б); 14 – строматолиты (а) и микрофитолиты (б).

Возраст рубежей (млн лет) в колонке: 1030<sup>1</sup> и 640<sup>1</sup> (Семихатов и др., 2015; Зайцева и др., 2019), 750<sup>2</sup> (Пучков и др., 2014).

**Fig. 1.** Schematic geological map (а) and a synthetic lithological-stratigraphic column (б) of the Upper Riphean and Vendian of the Bashkirian meganticlinorium (Southern Urals), according to (Geological map..., 2002; Kozlov et al., 2011) with additions and amendments.

а. Deposits of: 1 – Vendian; 2–4 Riphean: 2 – Terminal, 3 – Upper, 4 – Lower and Middle; 5 – magmatic rocks: gabbro (а) and granites (б); 6 – stratigraphic boundaries; 7 – tectonic thrusts and faults; 8 – highways, 9 – railroads, 10 – position of sections of Uk Formation.

б. To the column: 1 – conglomerates; 2 – sandstones quartz (а) and feldspar-quartz (б); 3 – sandstones arkosic (а) and polymictic (б); 4 – siltstones; 5 – shales; 6 – limestones massive (а) and of “trickle” structure (б); 7 – dolomites; 8 – schists mica – chlorite – quartz; 9 – quartzites; 10 – basalts; 11 – tuffs; 12 – glauconite (а) and cherts (б); 13 – high clay content (а) and carbonaceous (б); 14 – stromatolites (а) and microphytolites (б).

The age of boundaries (Ma) in the column are accepted as: 1030<sup>1</sup> and 640<sup>1</sup> (Semikhatov et al., 2015; Zaitseva et al., 2019), 750<sup>2</sup> (Puchkov et al., 2014).

Характер верхней границы укской свиты можно наблюдать в обнажении на р. Юрюзань у г. Усть-Катав и на р. Зилим вблизи устья р. Сарышки, где на известняках укской свиты с разрывом залегают отложения ашинской серии венда (Козлов, 1982). В Тирлянском синклинале на восточном крыле Башкирского мегантиклинория карбонатные породы укской свиты перекрыты отложениями аршиния (аршинской серии) – нового стратона, выделенного в разрезе рифея Южного Урала по результатам изотопного датирования (U-Pb метод, SHRIMP-II, см. рис. 1б) цирконов из вулканитов игонинского комплекса этой серии (Козлов и др., 2011; Краснобаев и др., 2012), ранее в ранге свиты относимой к венду (Иванов, 1956; Стратиграфические схемы..., 1993).

В последнее время данные о строении, составе и мощности отложений в различных разрезах укской свиты дополнены материалами изучения карбонатных фаций, редкоземельных элементов, битумоидов и биомаркеров в строматолитовых, обломочных и карбонатно-глинистых породах верхней подсвиты укской свиты в ее стратотипе по р. Юрюзань у г. Усть-Катав (Маслов и др., 2019). На примере этого же разреза проведен литолого-фациальный анализ отложений верхней подсвиты укской свиты (Дуб, Гражданкин, 2021) и сделана попытка реконструкции обстановок осадконакопления карбонатных пород укской свиты и особенностей формирования здесь карбонатной платформы.

Новые данные о возрасте (U-Th-Pb, LA-ICP-MS) обломочного циркона из онколитовых известняков со значительной примесью обломочного материала из нижней подсвиты укской свиты в разрезе по р. Басу (Кулмас) (Зайцева и др., 2022) с учетом опубликованных ранее материалов (Кузнецов и др., 2013; Krasnobaev et al., 2019; Романюк и др., 2018) свидетельствуют, что в терригенных отложениях позднего докембрия (неопротерозоя) Южного

Урала отмечается устойчивое доминирование цирконов мезопротерозойского возраста. По мнению Т.С. Зайцевой с соавторами (2022), возможным мезопротерозойским источником обломочного циркона в пределах древнего континента Балтика в неопротерозое могли быть граниты рапакиви Фенноскандии и породы гренвилевского Свеко-Норвежского орогена или неизвестный континентальный блок, приключенный к Балтике в ходе гренвилевской орогении.

## ВОЗРАСТНЫЕ РАМКИ УКСКОЙ СВИТЫ

Имеющиеся значения возраста (см. рис. 1б) отложений самой укской свиты, полученные ранее по минералогически слабоизученному глаукониту – 702–630 млн лет, K-Ar метод (Гаррис, 1977; Стратотип рифея..., 1983), и  $688 \pm 10$  млн лет, Rb-Sr изохронный метод (Горожанин, Кутявин, 1986) – не отражают время формирования осадка. Позднее из нижней подсвиты укской свиты в разрезах по рекам Басу (Кулмас) и Зилим (Куртаз) были получены датировки по Al-глаукониту, его среднее значение возраста –  $663 \pm 9$  (Rb-Sr метод) и  $669 \pm 16$  (K-Ar метод) млн лет – рассматривалось “как наилучшее отражение времени седиментации укской свиты” (Зайцева и др., 2008). Основываясь на данных Sr-хемостратиграфических исследований укских известняков (Кузнецов и др., 2018) и наличии особых осадочных текстур “molar tooth”, исчезающих из геологической летописи около 730–750 млн лет назад (Маслов и др., 2019), сделано предположение о возрасте укских известняков – около 800 млн лет. Для миньярских доломитов, подстилающих отложения укской свиты, были получены (Pb-Pb метод) датировки  $780 \pm 80$  млн лет (Овчинникова и др., 2000) и  $820 \pm 77$  млн лет (Kuznetsov et al., 2017). Для цирконов из метабазальтов игонинского

комплекса аршинской серии, перекрывающих известняки укской свиты в Тирлянкой синклинали на восточном крыле Башкирского мегантиклинория, датировки (U-Pb метод, SHRIMP-II) составляют  $707.0 \pm 2.3$  и  $732.1 \pm 1.7$  млн лет (Краснобаев и др., 2012). Таким образом, возраст отложенный укской свиты не выходит за временные рамки 732–820 млн лет.

### ОПОРНЫЙ РАЗРЕЗ ОТЛОЖЕНИЙ УКСКОЙ СВИТЫ В АЛАТАУСКОМ АНТИКЛИНОРИИ

Достаточно полно отложения укской свиты представлены в ее стратотипе на р. Юрюзань у г. Усть-Катав в Сулеймановской антиклинали и подробно описаны В.И. Козловым (1982), а также в бассейне верхнего течения р. Зилим в Алатауском антиклинории, где лучшим признан разрез по правому берегу р. Зилим вблизи устья правого притока руч. Мал. Аккостяк (Стратотип рифея..., 1983), который может рассматриваться в качестве опорного разреза.

С учетом того, что степень изученности опорных разрезов играет важную роль при подготовке региональных стратиграфических схем и служит источником фактического материала при тектонических, палеогеографических и других построениях в регионе, необходимость выделения опорных разрезов и их всестороннего изучения очевидна.

В северной части Алатауского антиклинория в качестве опорного стратиграфического разреза для отложений укской свиты предлагается представительный и легкодоступный разрез отложений свиты по автотрассе Уфа–Инзер–Белорецк по правому борту долины р. Басу и ее притоку Манайсу в 600 м восточнее хут. Кулмас на западном крыле Авдырдакской антиклинали (обн. 1–3, рис. 2 и 3). Ранее Б.М. Келлер (Стратотип рифея..., 1983) считал этот разрез представительным для укской свиты, но в те годы район был труднодоступен, а разрез недостаточно обнажен. В начале 1990-х гг. в связи со строительством автодороги Уфа–Инзер–Белорецк естественные выходы пород укской свиты были дополнены дорожными выемками, что позволило провести более детальную документацию разреза (выполнить послойное описание с подробной характеристикой литолого-петрографических особенностей и эпигенетических преобразований отложений, уточнить их мощность, сделать зарисовки обнажений).

В опорном разрезе укской свиты по правому борту долины р. Басу и ее притока Манайсу в 600 м восточнее хут. Кулмас вдоль автотрассы Уфа–Инзер–Белорецк (обн. 1, рис. 4) стратиграфически выше миньярских доломитов, содержащих линзы строматолитов и кремней, через задернованный интервал (40 м по мощности) вскрыты (снизу) следующие слои.

### Нижняя подсвита укской свиты (RF<sub>3uk1</sub>)

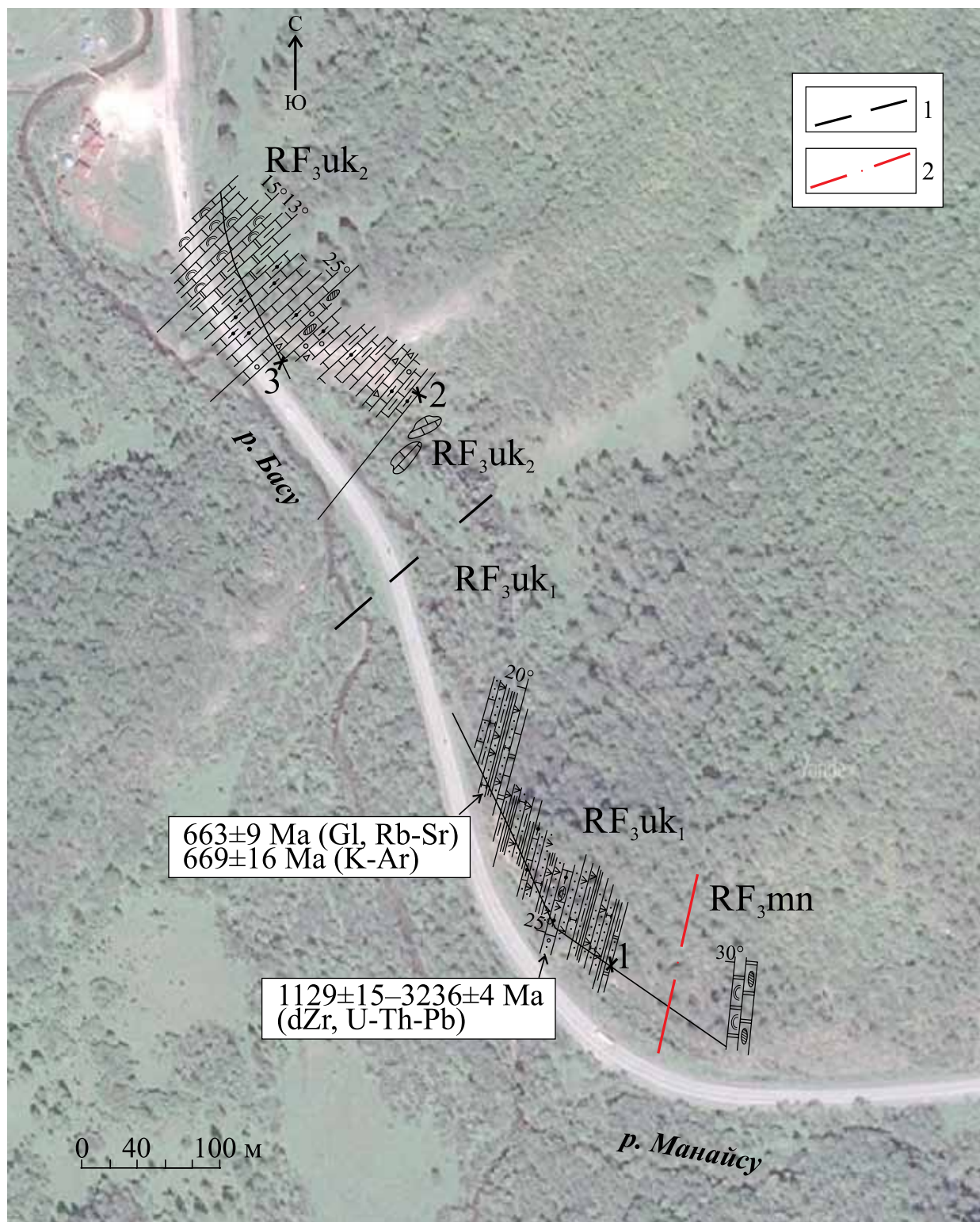
1. Неравномерное чередование песчаников, аргиллитов и известняков. Песчаники кварцевые с глауконитом и редкими зернами полевого шпата, средне- и мелкозернистые, розовато-серые, разноточечные, известковистые. Цемент в песчаниках поровый карбонатного состава, на отдельных участках конформно-регенерационный кварцевый. Аргиллиты темно-серые, алевритистые (в прослоях толщиной 5–10, редко 70 см). Известняки доломитизированные, песчаные, темно-серые, тонко- и среднеслоистые. Толщина карбонатных прослоев 10–15 (до 20) см. Обломочный материал в известняках слабосортированный, представлен кварцем в хорошо окатанных зернах псаммитовой (0.5 мм) и угловатых обломках алевритовой размерности, присутствуют онколитовые образования овальной и неправильной формы, выполненные мелко- и среднекристаллическим карбонатом. В породах наблюдаются пологоволнистые мелкие складки. Нижняя граница слоя не обнажена. Вскрытая мощность 10 м.

2. Задернованный интервал с щебенкой описанных выше пород. Мощность 5 м.

3. Неравномерное переслаивание песчаников, алевролитов и редко аргиллитов. Песчаники глауконит-кварцевые, разноточечные (от мелко- до крупнозернистых), серые, с прослоем (20 см) глинисто-кремнисто-железистой породы, пронизанной тонкими доломитовыми прожилками, ориентированными в большинстве случаев поперек слоистости. Алевролиты глинисто-кварцевые, светло- и голубовато-серые, с глауконитом и знаками ряби на плоскостях напластования. Аргиллиты темно-серые со слабым буроватым оттенком, с нитевидными белыми прожилками кальцита в прослоях толщиной от 0.1–0.2 до 1–2 см. В подошве слоя песчаники преимущественно кварцевые с глауконитом, с базальным карбонатным цементом, мелкозернистые, буровато-серой окраски.

В песчаниках на контакте с аргиллитами по плоскостям наслоения наблюдаются трещины усыхания. В кровле слоя глауконит-кварцевые песчаники с редкими зернами полевого шпата слоистые за счет чередования слоев буровато- и светло-серой окраски. В шлифе наблюдаются конформные контакты кварцевых зерен и редко поры и тонкие прожилки, выполненные карбонатом. В песчаниках присутствуют прослои (3–5 см) глауконитов (глауконитовый песок). Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости западное  $270^\circ \angle 25-30^\circ$ . Мощность 9 м.

4. Известняки онколитовые, песчаные, с глауконитом и неравномерно распределенной примесью (от 15 до 30%, на отдельных участках шлифа до 40%) терригенного материала, представленного кварцем, единичными зернами полевого шпата



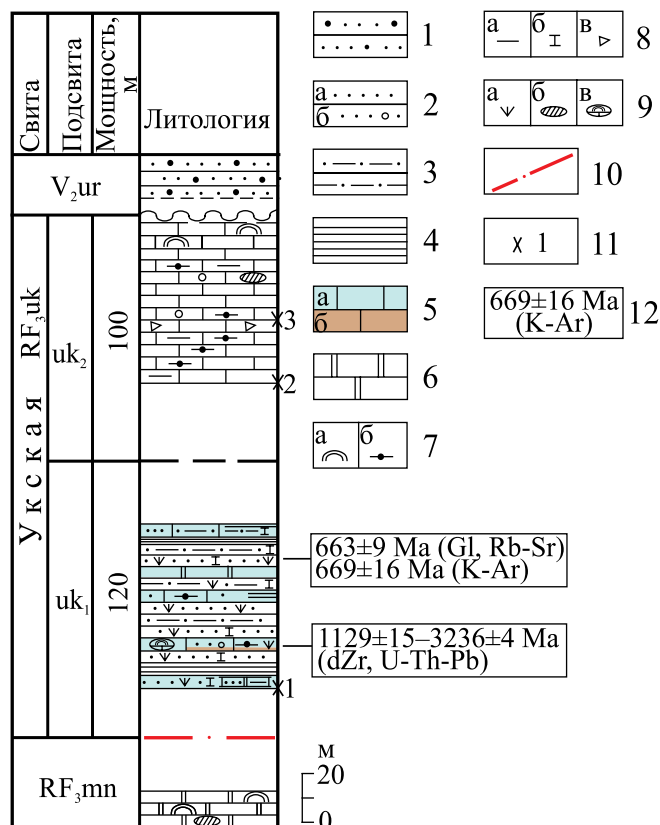
**Рис. 2.** Фрагмент карты (Yandex) вдоль автотрассы Уфа–Инзер–Белорецк с планом разреза отложений укской свиты в правобережье р. Басу и ее притока р. Манайсу в 600 м восточнее хут. Кулмас. Обн. 1–3.

1 – предполагаемая стратиграфическая граница между подсвитами, 2 – разлом.  
Стратиграфические подразделения: RF<sub>3</sub> – верхний рифей (каратавий). Свиты: mn – миньярская, uk – укская (подсвиты: uk<sub>1</sub> – нижняя и uk<sub>2</sub> – верхняя). Изотопные датировки (Ma – млн лет): Gl – по глаукониту, Rb-Sr и K-Ar – методы (Зайцева и др., 2008), dZr – по детритовому циркону, U-Th-Pb – метод (Зайцева и др., 2022). Остальные усл. обозначения – см. рис. 16.

**Fig. 2.** Fragment of the map (Yandex) along the highway Ufa-Inzer-Beloretsk with the plan of the section of Uk Formation in the right bank of Basu river and its tributary Manaisu in 600 m to the east of Kulmas settlement. Outcrops 1–3.

1 – supposed boundary between subformations, 2 – fault.

Stratigraphic units: RF<sub>3</sub> – Upper Riphean (Karatavian). Formations: mn – Minyar, uk – Uk (Subformations: uk<sub>1</sub> – Lower and uk<sub>2</sub> – Upper). Isotope dates (Ma): GL – by glauconite, Rb-Sr and K-Ar – methods (Zaitseva et al., 2008), dZr – by detrital zircon, U-Th-Pb – method (Zaitseva et al., 2022). For the rest of the symbols see Fig. 16.



**Рис. 3.** Литолого-стратиграфическая колонка отложений укской свиты в правобережье р. Басу и ее притока р. Манайсу в 600 м восточнее хут. Кулмас вдоль автодороги Уфа–Инзер–Белорецк. Обн. 1–3.

1 – песчаники аркозовые и полевошпат-кварцевые; 2 – песчаники кварцевые (а) и гравийные (б); 3 – алевролиты; 4 – аргиллиты; 5 – известняки хемогенные (а) и замещенные кремнеземом (б); 6 – доломиты; 7 – строматолиты (а) и микрофитолиты (онколиты) (б); 8 – глинистость (а), кальцитизация (б), брекчированность (в); 9 – глауконит (а), кремни (б), линзы строматолитов (в); 10 – тектонический разлом; 11 – номер обнажения; 12 – изотопные датировки (Ma – млн лет): GL – по глаукониту, Rb-Sr и K-Ar – методы (Зайцева и др., 2008), dZr – по детритовому циркону, U-Th-Pb – метод (Зайцева и др., 2022).

Стратиграфические подразделения. RF<sub>3</sub> – верхний рифей, mn – миньярская свита, uk<sub>1</sub> – нижнеукская и uk<sub>2</sub> – верхнеукская подсвиты укской свиты, V<sub>2</sub> – верхний венд, ur – урюкская свита.

**Fig. 3.** Lithologic-stratigraphical column of the deposits of Uk Formation in the right bank of Basu river and its tributary Manaisu, 600 m to the east of

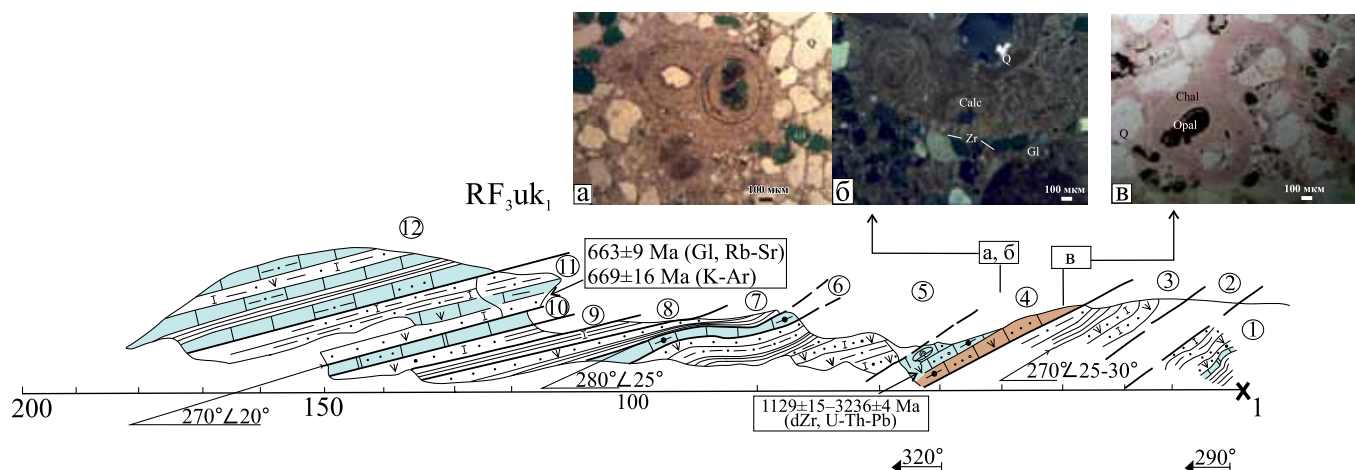
Kulmas settlement, along the highway Ufa-Inzer-Beloretsk. The outcrops 1–3.

1 – sandstones arkozic and feldspar-quartz; 2 – sandstones quartz (a) and gravel (b); 3 – siltstones; 4 – shales; 5 – limestones chemogenic (a) and substituted by silica (b); 6 – dolomites; 7 – stromatolites (a) and microphytolites (oncolitis) (b); 8 – high clay content (a), calcitization (b); brecciated (b); 9 – glauconite (a), cherts (b), lenses of stromatolites (b); 10 – fault, 11 – number of an outcrop; 12 – Isotope dates (Ma): GL – by glauconite, Rb-Sr and K-Ar – methods (Zaitseva et al., 2008), dZr – after by detrital zircon, U-Th-Pb – method (Zaitseva et al., 2022).

Stratigraphic units. RF<sub>3</sub> – Upper Riphean (Karatavian). Formations: mn – Minyar, uk – Uk (Subformations: uk<sub>1</sub> – Lower and uk<sub>2</sub> – Upper). V<sub>2</sub> – Upper Vendian, Ur – Uryk Formation.

и кварцита. В основании слоя основная масса и онколиты почти полностью замещены кремнеземом, имеющим розовато-серую окраску (рис. 4, шлиф “в”). Онколиты имеют правильную округлую форму с диаметром до 0.7 мм и часто зонально-концентрическое сложение. Онколиты почти полностью замещены аморфным кремнеземом (опалом), и только их центральная часть выполнена пелитоморфным кальцитом с примесью мелких (0.015–0.02 мм) и более крупных (0.15 мм) зерен кварца и реже кальцита. По контуру онколитов формируются оболочки халцедона с радиальным расположением волокон. Халцедон выполняет и роль цемента (25%) в породе, заполняя пространство между зернами. В средней части слоя кремнистого материала становится меньше, а кварцевые зерна часто корродированы карбонатом. В 1.5 м от основания слоя известняки содержат округлой и иногда вытянутой формы сферолиты (размер от 0.5 до 2 мм), выполненные пелитоморфным или мелко- и микрокристаллическим кальцитом, иногда отмечается незначительная примесь кварцевых зерен. Известняки доломитизированные (содержание доломита – 36.9, кальцита – 43 мас.%), разбиты сетью трещин толщиной 0.15–0.5 мм, выполненных мелко- и среднекристаллическим кальцитом, иногда с примесью кварца. В известняках отмечены линзовидные обособления строматолитов. Нижняя граница слоя не обнажена. Падение слоистости западное 275° ∠25°. Мощность 5 м.

5. Неравномерное чередование песчаников, алевролитов и аргиллитов. Песчаники глауконит-кварцевые с полевым шпатом (ед. зерна), мелко- и среднезернистые, плохо сортированные, буровато-серые, тонкоплитчатые (2–4 см). Цемент в пес-



**Рис. 4.** Разрез отложений нижней подсвиты укской свиты вдоль автотрассы Уфа–Инзер–Белорецк в правобережье р. Басу и ее притока р. Манайсу в 600 м восточнее хут. Кулмас. Обн. 1.

Фото шлифов: а – известняк с глауконитом и значительной примесью кварца (без анализатора); б – та же порода, но с зернами циркона (николи +); в – известняк, замещенный кремнеземом (без анализатора). а, б – фото Т.С. Зайцевой, в – С.А. Дьяковой. *Calc* – кальцит, *Gl* – глауконит, *Q* – кварц, *Zr* – циркон, *Chal* – халцедон, *Opal* – опал. Остальные усл. обозначения – см. рис. 3.

**Fig. 4.** Section of deposits of the Lower subformation of Uk Formation along the highway Ufa–Inzer–Beloretsk in the right bank of Basu river and its tributary Manaisu, 600 m to the east of Kulmas settlement, along the highway Ufa–Inzer–Beloretsk. The outcrop 1.

Photos of thin sections: а – limestone with glauconite and a significant admixture of quartz (without analyser), б – the same rock/ but with crystals of zircons (nicols +), в – limestone, substituted by a silica (without an analyser). а, б – photos from T.S. Zaitseva, в – from S.A. Dyakova. *Calc* – calcite, *Gl* – glauconite, *Q* – quartz, *Zr* – zircon, *Chal* – chalcedony, *Opal* – opal. Symbols see at Fig. 3.

чаниках регенерационный кварцевый, участками поровый карбонатный. Иногда песчаники содержат карбонатные интракласты, сцементированные халцедоновым цементом в виде каемок обрастания вокруг зерен. Алевриты кварцевые с глауконитом, желтовато-зеленовато-серые. Аргиллиты алевритистые, листоватые, образуют прослои 0.5–1–3 см.

В нижней части слоя в прослоях мощностью 20–30 см присутствуют песчаники кварцевые с глауконитом, среднезернистые, с неравномерно распределенным карбонатным цементом, в котором на участках с базальным типом цемента имеются карбонатные сгустки. В подошве слоя в прослоях мощностью 30–40 см песчаники значительно обогащены глауконитом, который образует слойки (мощностью 0.5–2 см) глауконитита. Нижняя граница слоя резкая и проведена по кровле подстилающих онколитовых известняков. Падение слоистости западное 270° ∠30°. Мощность 15 м.

6. Известняки мелкозернистые, темно-серые, с онколитами, выполненными глинисто-карбонатным материалом или микрокристаллическим карбонатом, который отмечается также в виде тонких прожилков. Нижняя граница слоя резкая и проведена по кровле подстилающих мелкозернистых песчаников. Мощность 0.7 м.

7. Неравномерное чередование аргиллитов алевритистых, зеленовато-буровато-серых, известковистых; песчаников кварцевых с глауконитом (ед. зерна), мелкозернистых, серых, известковистых за счет карбонатного порового цемента. Мощность прослоев песчаников от 1–2 до 10–15 см. Отмечаются редкие слойки (1–2 см) глауконитита. Падение слоистости северо-западное 280° ∠25°. Мощность 5 м.

8. Аргиллиты известковистые, алевритистые, зеленовато-голубовато-серые, с редкими прослоями (3–5 см) песчаников кварцевых с полевым шпатом, мелкозернистых, зеленовато-серых, известковистых, местами с глауконитом. Нижняя граница слоя проведена по подошве аргиллитов. Мощность 2.5 м.

9. Переслаивание аргиллитов алевритистых, серых и буровато-серых и песчаников кварцевых с полевым шпатом (ед. зерна), мелкозернистых, серых, с базальным цементом карбонатного состава, слоистых за счет наличия нитевидных слойков, обогащенных темным глинистым материалом, присутствуют глауконит и черный рудный минерал. Нижняя граница слоя резкая и проведена по подошве нижнего прослоя песчаника. Мощность 1 м.

10. Известняки тонкозернистые, с алевритовой примесью (1–5%) кварца, доломитизирован-

ные, с поверхности ожелезненные, пронизаны белыми прожилками вторичного доломита. В верхней части слоя в известняках присутствуют прослой буровато-серых ожелезненных карбонатно-кварцевых алевролитов и песчаников мелкозернистых. Нижняя граница слоя четкая и проведена по подошве известняков. Падение слоистости западное  $270^\circ \angle 20^\circ$ . Мощность 5 м.

11. Неравномерное чередование алевролитов, известняков и песчаников. Алевролиты кварцевые, с базальным цементом карбонатного состава, буровато-серые, грубоплитчатые. Известняки алевроитистые и глинистые, темно-серые и коричневатозеленые, в прослоях (0.3 см) с глауконитом. Песчаники кварцевые, мелкозернистые, розовато-серые, известковистые, слоистые за счет наличия тонких слоев, обогащенных гидроокислами железа. В основании слоя толщина прослоев песчаника достигает 20–30 см, и они преобладают в переслаивании. Нижняя граница слоя резкая и проведена по подошве песчаника. Мощность 7 м.

12. Известняки алевроитистые, буровато-серые, грубоплитчатые, с прослоями алевролитов кварцкарбонатных, мелкозернистых, серых и розовато-серых, с глауконитом. Отмечаются маломощные прослой аргиллитов зеленовато-серых, трещиноватых. Мощность более 10 м.

13. Задернованный интервал мощностью 60 м и разрез продолжают в правобережье р. Басу у хут. Кулмас, в 0.5 км северо-западнее  $340^\circ$  от устья р. Манайсу (см. рис. 2, 3). Здесь в обн. 2 и 3 (рис. 5) описаны (снизу) следующие слои.

### Верхняя подсвита укской свиты (RF<sub>3uk2</sub>)

14. Известняки тонкозернистые, темно-серые, прослоями с галькой карбонатного состава и обломками гравийной размерности желтовато-серых кремней. Местами наблюдаются “molar tooth” и строматолитоподобные текстуры. В кровле слоя отмечен линзовидный прослой (20–40 см) кремнисто-глинистой породы. Мощность 40 м.

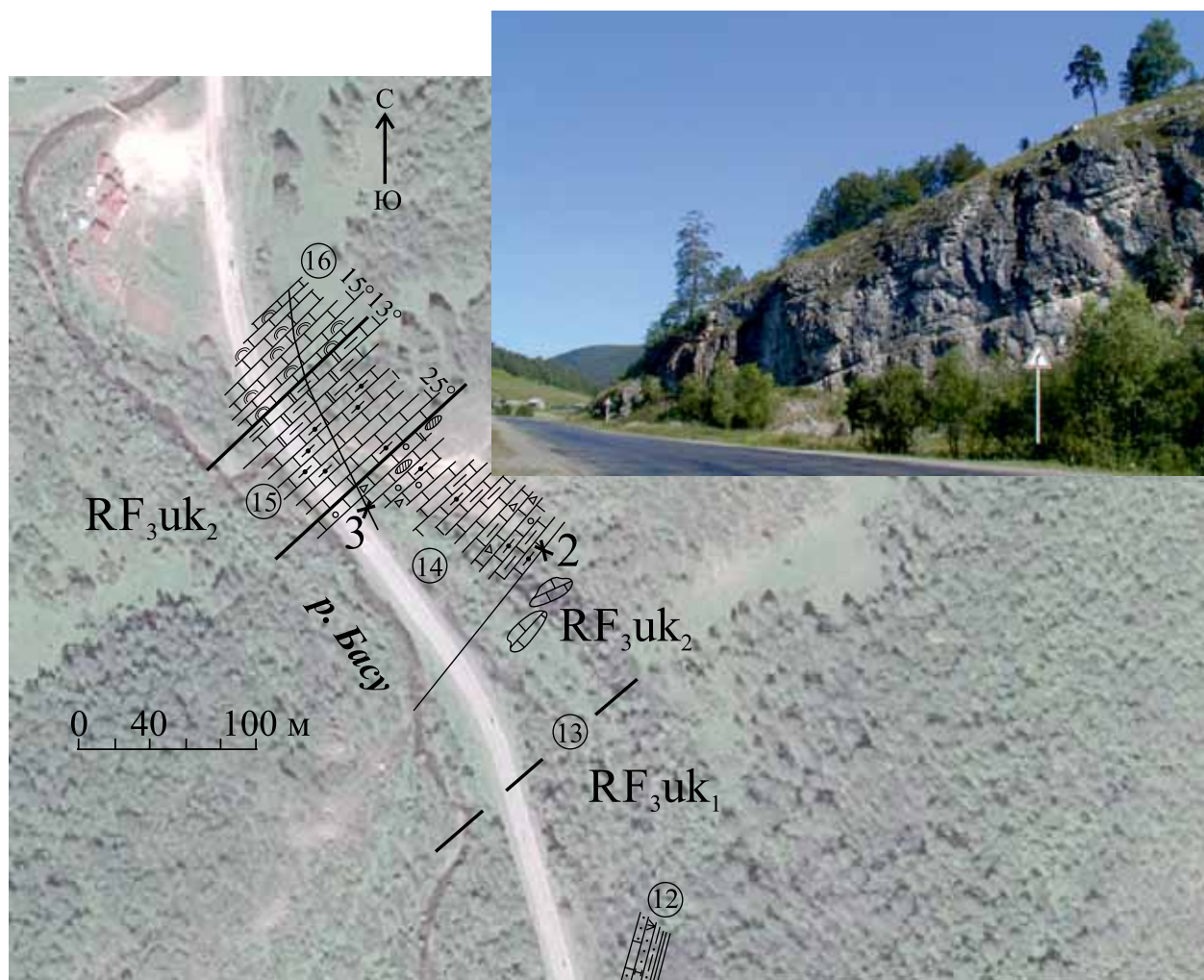
15. Известняки тонкозернистые, серые и темно-серые, со строматолитами и микрофитолитами, с неравномерной слоистостью за счет прослоев (5–10–15 см), обогащенных глинистым материалом. В известняках отмечаются темно-бурые пятна и прослойки, обогащенные битумом (?). Нижняя граница слоя проведена по подошве микрофитолитовых известняков. Падение слоистости северо-западное  $290\text{--}310^\circ \angle 12\text{--}15^\circ$ . Мощность 15 м.

16. Известняки тонкозернистые, серые, массивные, со строматолитами. На выветрелой поверхности пород отмечаются каверны и трещины. В строматолитовых известняках иногда наблюдаются обломки строматолитовых столбиков. Нижняя граница слоя проведена по подошве строматолитовых известняков. Мощность 15 м.

Мощность отложений укской свиты в приведенном разрезе около 220 м, в том числе мощность нижней подсвиты составила 120 м, а верхней – 100 м.

Основные типы пород укской свиты в разрезе представлены *песчаниками* кварцевыми с глауконитом и глауконит-кварцевыми с редкими зернами полевого шпата, средне- и мелкозернистыми, розовато-серыми, разноплитчатыми, известковистыми; цемент в песчаниках поровый, карбонатного состава, участками конформно-регенерационный кварцевый; *алевролитами* глинисто-кварцевыми, светло- и голубовато-серыми, с глауконитом и знаками ряби на поверхности напластования; *аргиллитами* алевроитистыми, темно-серыми, иногда со слабым буроватым оттенком, с нитевидными белыми прожилками кальцита и *известняками* доломитизированными, песчанистыми, темно-серыми, тонко- и среднеслоистыми. Обломочный материал в известняках слабосортированный, представлен кварцем в хорошо окатанных зернах псаммитовой и в угловатых обломках алевроитовой размерности. Присутствуют онколитовые образования овальной и неправильной формы, выполненные мелко- и среднекристаллическим карбонатом. Отдельными прослоями представлены онколитовые известняки песчанистые с глауконитом и неравномерно распределенной примесью (от 15 до 30%, на отдельных участках шлифа до 40%) терригенного материала в виде кварца, единичных зерен полевого шпата и кварцита. Основная масса и онколиты известняков на отдельных участках почти полностью замещены кремнеземом, розовато-серой окраски. Онколиты имеют правильную округлую форму с диаметром до 0.7 мм и часто зонально-концентрическое сложение. Оболочка онколитов целиком замещена аморфным кремнеземом (опалом), и только центральная часть выполнена пелитоморфным кальцитом с примесью мелких (0.015–0.02 мм) и более крупных (0.15 мм) зерен кварца и реже кальцита. По контуру онколитов формируются оболочки халцедона с радиальным расположением волокон. Халцедон выполняет и роль цемента (25%) в породе, заполняя поры между зерен. Порода разбита сетью трещин толщиной 0.15–0.5 мм, выполненных мелко- и среднекристаллическим кальцитом, иногда с примесью кварца. В известняках отмечены линзовидные мелкие биогермы строматолитов.

Верхнеукская подсвита представлена *известняками* тонкозернистыми, серыми и темно-серыми, прослоями со строматолитами и микрофитолитами и с галькой карбонатного состава и обломками гравийной размерности желтовато-серых кремней. Местами в известняках наблюдаются текстуры “molar tooth”, присутствуют единичные линзовидные прослой кремнисто-глинистой породы. В известняках присутствуют темно-бурые пятна и



**Рис. 5.** Фрагмент карты (Yandex) вдоль автотрассы Уфа–Инзер–Белорецк с планом разреза отложений верхней подсвиты укской свиты в правобережье р. Басу у хут. Кулмас (обн. 2 и 3) и общий вид известняков верхней подсвиты укской свиты в обн. 3. Фото В.Н. Пучкова. Усл. обозначения – см. рис. 1 и 3.

**Fig. 5.** Fragment of the map (Yandex) along the highway Ufa-Inzer-Beloretsk with the plan of the section of deposits of the Upper subformation of Uk Formation in the right bank of Basu river near Kulmas settlement (outcrops 2 and 3) and general view of limestones of the Upper subformation of Uk Formation in the outcrop 3. Photo of V.N. Puchkov. The symbols see in Figs 1 and 3.

прослойки, обогащенные битумом (?). На поверхности массивных тонкозернистых серых известняков со строматолитами отмечаются каверны и трещины, иногда наблюдаются обломки, возможно, строматолитов.

Контакты укской свиты с подстилающими миньярскими доломитами верхнего рифея и перекрывающими песчаниками венда в разрезе не обнажены. Контакт укской и миньярской свит, вероятнее всего, нарушен тектоническим разломом, вблизи которого в породах укской и миньярской свит наблюдается разномасштабная складчатость. Дополнительным свидетельством тектонического контакта укской и миньярской свит в разрезе по р. Ба-

су (Кулмас) служит отсутствие в миньярской свите верхней толщи (шубинская пачка) известняков (Стратотип рифея..., 1983). Возможно, эти тектонические процессы способствовали проявлению доломитизации и кремниевого метасоматоза пород укской свиты.

Отложения ашинской серии венда залегают на подстилающих известняках укской свиты трансгрессивно, со значительным перерывом, который отвечает времени формирования на восточном крыле Башкирского мегантиклинория образований (мощностью около 2 км) аршинской серии завершающего рифея.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Укская свита в Авдырдакской антиклинали Алатауского антиклинория, как и в других ее разрезах Башкирского мегантиклинория, имеет четкое двухчленное строение и включает в себя нижнюю (карбонатно-терригенную) и верхнюю (карбонатную) подсвиты. Общая мощность отложений свиты по р. Басу (Кулмас) составляет 220 м, что сопоставимо с мощностью (210 м) ее в стратотипе по р. Юрюзань (г. Усть-Катав) в Сулеймановской антиклинали (Козлов, 1982). В этих разобщенных структурах (Авдырдакской и Сулеймановской антиклиналях) строение укской свиты однотипно: нижняя подсвита представлена неравномерным чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов с редкими прослоями известняков и доломитов, а верхняя – известняками. При этом в разрезах значительно варьирует мощность подсвит. Нижнеукская подсвита по р. Басу (Кулмас) имеет большую мощность отложений (120 м) в сравнении со стратотипом (68 м) по р. Юрюзань (Усть-Катав).

Следующее отличие рассматриваемых отложений заключается в том, что песчаники и алевролиты нижнеукской подсвиты в стратотипе по р. Юрюзань (Усть-Катав) имеют полимиктовый состав, а в опорном разрезе по р. Басу (Кулмас) – существенно кварцевый, что может быть обусловлено различным составом пород питающих провинций. Дополнительным источником обломочного материала в укское время могли быть породы Фенноскандии и гренвилльского Свеко-Норвежского орогена, не исключаются и неизвестные континентальные блоки, о чем свидетельствуют данные о возрасте (U-Th-Pb, LA-ICP-MS) детритового циркона из онколитовых известняков со значительной примесью обломочного материала из нижней подсвиты укской свиты в разрезе по р. Басу (Кулмас) (Зайцева и др., 2022).

Опорный разрез укской свиты по р. Басу (Кулмас) в Авдырдакской антиклинали по стратиграфическому объему, строению и составу отложений соответствует стратотипу, что позволяет рассматривать разрез в качестве гипостратотипа (дополнительного стратотипа)

Возраст отложений укской свиты не выходит за временные рамки 732–820 млн лет. Как отмечено выше, для подстилающих миньярских доломитов получена Pb-Pb методом датировка  $820 \pm 77$  млн лет (Kuznetsov et al., 2017), а для перекрывающих укскую свиту аршинских образований –  $707.0 \pm 2.3$  и  $732.1 \pm 1.7$  млн лет (U-Pb метод, SHRIMP-II) – по циркону из метабазальтов (Краснобаев и др., 2012). Имеющиеся датировки самой укской свиты по глаукониту –  $663 \pm 9$  млн лет (Rb-Sr метод) и  $669 \pm 16$  млн лет (K-Ar метод) (Зайцева и др., 2008) – отражают, вероятно, время преобразования глауконита поздними процессами эпигенеза, с которыми мо-

гут быть связаны доломитизация и кремневый метасоматоз, особенно широко проявленные в терригенных и карбонатных породах нижней подсвиты укской свиты по р. Басу в районе хут. Кулмас.

Активизировать эпигенез могли тектономагматические процессы, связанные, например, с формированием в регионе интрузий, аналогичных Кирыбинскому полиформационному пироксенит-габбровому комплексу возрастом  $680 \pm 3.4$  млн лет (Краснобаев и др., 2013) и Троицкому гранитоидному массиву возрастом  $671 \pm 24$  млн лет (Ронкин и др., 2007). В этом случае предполагается эндогенный источник растворенного кремнезема. По данным (Беккер, 1961, 2015; Шопф и др., 1979), извлечение растворенного кремнезема могло происходить и с участием микрофоссилий, которые способствовали образованию силицитовых конкреций. Независимо от характера источника кремнезема в отложениях рифея на Южном Урале формируются кремнисто-карбонатные комплексы, занимающие определенную стратиграфическую позицию в разрезе, что, по мнению Ю.Р. Беккера (2015), может служить дополнительным признаком при литостратиграфической корреляции отложений.

Кроме того, наличие каверн и трещин в строматолитовых известняках укской свиты, автохтонных битумоидов, связанных с докембрийской биотой (Маслов и др., 2019), и прослоев, обогащенных битумом (?), позволяет рассматривать кремнисто-карбонатные отложения укской свиты интересным поисковым объектом на углеводородное сырье, принимая во внимание то обстоятельство, что в окремненных кавернозно-трещиноватых доломитах камовской серии (K-Ar возраст глауконитов 1060–1080 млн лет) в пределах Байкальской антеклизы Сибирской платформы (Пустыльников, Вакуленко, 1997) вскрыта крупная нефтегазоносная залежь (Конторович и др., 1996). Но подобные предположения требуют всестороннего изучения не только вещественно-структурных комплексов укского времени, но и реконструкции тектонических процессов на рубеже рифея и венда.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Беккер Ю.Р. (1961) Возраст и последовательность напластования верхней части каратауской серии Южного Урала. *Изв. АН СССР. Сер. геол.*, **9**, 49–60
- Беккер Ю.Р. (2015) Силициты рифея (этапы, особенности, кремнистые пояса и нефтегазоносность). *Регион. геология и металлогения*, **64**, 28–40.
- Беккер Ю.Р. (1958) Стратиграфическое положение укских отложений на Южном Урале. *Докл. АН СССР*, **102**(5), 879–882.
- Гаррис М.А. (1977) Этапы магматизма и метаморфизма в доюрской истории Урала и Приуралья. М.: Наука, 265 с.
- Геологическая карта Российской Федерации и сопредельных государств. М.: Геологическое общество России, 2000.

- дельной территории Республики Казахстан. Масштаб 1 : 1 000 000 (новая серия). Лист N-40 (41) – Уфа. (2002) СПб: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ (МПР РФ).
- Горожанин В.М., Кутявин Э.П. (1986) Рубидий-стронциевое датирование глауконита укской свиты. *Докембрий и палеозой Южного Урала. Сб. науч. тр.* Уфа, БФАН СССР, 60-63.
- Домрачев С.М. (1952) Девон хребта Каратау и прилегающих районов Южного Урала. *Тр. ВНИГРИ*, 6, 5-121.
- Дуб С.А., Гражданкин Д.В. (2021) Литология и обстановки осадконакопления карбонатных отложений укской свиты верхнего рифея (неопротерозой) Южного Урала. *Литология и полезные ископаемые*, 6, 513-537. DOI: 10.31857/S0024497X21060033
- Зайцева Т.С., Горохов И.М., Ивановская Т.А., Семихатов М.А., Кузнецов А.Б., Мельников Н.Н., Аракелянц М.М., Яковлева О.В. (2008) Мессбаузовские характеристики, минералогия и изотопный возраст (Rb-Sr и K-Ar) верхнерифейских глауконитов укской свиты Южного Урала. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, 14 (3), 3-24.
- 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., Адамская Е.В., Плоткина Ю.В. (2022) U–Th–Pb-возраст детритового циркона из оолитовых известняков укской свиты: следы гренвилльских источников сноса в позднем рифее Южного Урала. *Докл. РАН. Науки о Земле*, 503(2), 90-96. DOI: 10.31857/S2686739722040193
- Иванов А.И. (1956) Древние “немые” свиты Южного Урала. *Совещание по унификации стратиграфических схем Урала и соотношению древних свит Урала и Русской платформы. Тез. докл. Л.*, 57-59.
- 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. сборник*, 9, 3-8.
- Конторович А.Э., Изосимова А.Н., Конторович А.А., Хабаров Е.М., Тимошина И.Д. (1996) Геологическое строение и условия формирования гигантской Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазонакопления в верхнем протерозое Сибирской платформы. *Геология и геофизика*, 37(8), 166-195.
- Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В. (2012) Новые данные по цирконовой геохронологии аршинских вулканитов (Южный Урал). *Литосфера*, 4, 127-140.
- Кузнецов Н.Б., Маслов А.В., Белоусова Е.А., Романюк Т.В., Крупенин М.Т., Горожанин В.М., Горожанина Е.Н., Серегина Е.С., Цельмович В.А. (2013) Первые результаты U-Pb LA-ICP-MS изотопного датирования обломочных цирконов из базальных уровней стратотипа рифея. *Докл. РАН. Науки о Земле*, 451(3), 308-313.
- Кузнецов А.Б., Семихатов М.А., Горохов И.М. (2018) Стронциевая изотопная хемотратиграфия: основы метода и его современное состояние. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, 26(4), 3-23.
- 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) Укская свита верхнего рифея Южного Урала: седиментология и геохимия (первые результаты исследований). *Литосфера*, 19(5), 659-686. DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-5-659-686
- Овчинникова Г.В., Васильева И.М., Семихатов М.А., Горохов И.М., Кузнецов А.Б., Гороховский Б.М., Левский Л.Р. (2000) Возможности Pb-Pb датирования карбонатных пород с открытыми U-Pb системами: миньярская свита стратотипа верхнего рифея, Южный Урал. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, 8(6), 3-19.
- Пустыльников А.М., Вакуленко Л.Г. (1997) Происхождение и формы выделения кремнезема в рифейских отложениях Байkitской антиклизы (Сибирская платформа) в связи с проблемой формирования трещинно-кавернозных коллекторов. *Геология и геофизика*, 38(12), 1962-1967.
- Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Краснобаев А.А. (2014) Пограничные стратон рифея и венда на Южном Урале. Дополнения и изменения в региональную стратиграфическую схему. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Материалы и доклады / 10-я Межрегион. науч.-практ. конф. Уфа: ДизайнПресс*, 77-87.
- Романюк Т.В., Кузнецов Н.Б., Белоусова Е.А., Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. (2018) Палеотектонические и палеогеографические обстановки накопления нижнерифейской айской свиты Башкирского поднятия (Южный Урал) на основе изучения детритовых цирконов методом “TERRANECHRON®”. *Geodyn. Tectonophys.*, 9(1), 1-37.
- Ронкин Ю.Л., Маслов А.В., Петров Г.А., Матуков Д.И., Сулов С.Б., Синдерн С., Крамм У., Лепихина О.П. (2007) In situ U-Pb (SHRIMP)- датирование цирконов граносиенитов Троицкого массива Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория, Средний Урал. *Докл. АН*, 412(1), 1-6.
- Семихатов М.А., Кузнецов А.Б., Чумаков Н.М. (2015) Изотопный возраст границ общих стратиграфических подразделений верхнего протерозоя (рифей и венда) России: эволюция взглядов и современная оценка. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, 23(6), 16-27.
- Стратиграфический кодекс России. (2019) Изд. 3-е, исправл. и доп. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 96 с.
- Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). (1993) Екатеринбург, МСК России, ВСЕГЕИ. 151 схема, 152 с.
- Стратотип рифея. Палеонтология. Палеомагнетизм. (1982) М.: Наука, 176 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 368).
- Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология. (1983) М.: Наука, 183 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 377).
- Шопф В.Д., Дольник Т.А., Крылов И.Н., Мендельсон С.В., Назаров Б.Б., Нюрберг А.В., Советов Ю.К., Яшкин М.С. (1979) Микрофоссилии в строматолитовых породах докембрия СССР. *Палеонтология докембрия и раннего кембрия*. Л.: Наука, 104-109.
- Krasnobayev A.A., Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Busharina S.V. (2019) Nature of zircon clastics in the Riphean and Vendian sandstones of the Southern Urals). *Geo-*

- resursy*, **21** (1), 15-25. DOI:https://doi.org/10.18599/grs.2019.1.5-25
- 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. *Precamb. Res.*, **298**, 157-173.
- ### REFERENCES
- Bekker Yu.R. (1961) Age and stratification sequence of the upper part of the Karatau Series of the Southern Urals. *Izv. AN SSSR, Ser. geol.*, **9**, 49-60. (In Russ.)
- Bekker Yu.R. (2015) Riphean silicites (stages, features, siliceous belts and oil and gas potential). *Region. Geol. i Metallogeniya*, **64**, 28-40. (In Russ.)
- Bekker Yu.R. (1958) Stratigraphic position of the Uk deposits in the Southern Urals. *Dokl. AN SSSR*, **102**(5), 879-882. (In Russ.)
- Domrachev S.M. (1952) Devonian of the Karatau Range and adjacent areas of the Southern Urals. *Tr. VNIGRI*, **6**, 5-121. (In Russ.)
- Dub S.A., Grazhdankin D.V. (2021) Lithology and sedimentation environments of carbonate deposits of the Upper Riphean Uk Formation (Neoproterozoic) of the Southern Urals. *Litol. Polezn. Iskop.*, **6**, 513-537. DOI: 10.31857/S0024497X21060033. (In Russ.)
- Garris M.A. (1977) Stages of magmatism and metamorphism in the pre-Jurassic history of the Urals and Cis-Urals. Moscow, Nauka Publ., 265 p. (In Russ.)
- Geological map of the Russian Federation and adjacent territory of the Republic of Kazakhstan. Scale 1 : 1 000 000 (new series). The sheet N-40(41)-Ufa / V.I. Kozlov (ed.). (2002) St.Petersburg, Kartfabrika VSEGEI. (In Russ.)
- Gorozhanin V.M., Kut'yavin E.P. (1986) Rubidium-strontium dating of glauconite from the Uk Formation. *Precambrian and Paleozoic of the Southern Urals: Collection of scientific papers*. Ufa, BFAN USSR, 60-63. (In Russ.)
- Ivanov A.I. (1956) Add To Selected Ancient "silent" formations of the Southern Urals. *Meeting on the unification of the stratigraphic schemes of the Urals and the correlation of the ancient formations of the Urals and the Russian platform (abstracts of reports)*. Leningrad, 57-59. (In Russ.)
- Kontorovich A.E., Izosimova A.N., Kontorovich A.A., Khabarov E.M., Timoshina I.D. (1996) Geological structure and formation conditions of the giant Yurubcheno-Tokhomskaya zone of oil and gas accumulation in the Upper Proterozoic of the Siberian platform. *Geol. Geofiz.*, **37**(8), 166-195. (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) Arshiny is a new Riphean straton in the stratotype cuts of the Southern Urals. *Geol. Sbornik*, **9**, 3-8. (In Russ.)
- Krasnobaev A.A., Kozlov V.I., Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Busharina S.V. (2012) New data on zircon geochronology of Arshin volcanic rocks (South Urals). *Lithosphere (Russia)*, **4**, 127-140. (In Russ.)
- Krasnobaev A.A., Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Busharina S.V. (2019) Nature of zircon clastics in the Riphean and Vendian sandstones of the Southern Urals). *Georesursy*, **21**(1), 15-25. DOI:https://doi.org/10.18599/grs.2019.1.5-25
- 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. *Precamb. Res.*, **298**, 157-173.
- Kuznetsov N.B., Maslov A.V., Belousova E.A., Romanyuk T.V., Krupenin M.T., Gorozhanin V.M., Gorozhanina E.N., Seregina E.S., Tsel'movich V.A. (2013) First results of U-Pb LA-ICP-MS isotope dating of detrital zircons from basal levels of the Riphean stratotype. *Dokl. RAN. Nauki o Zemle*, **451**(3), 308-313. (In Russ.)
- Kuznetsov A.B., Semikhatov M.A., Gorokhov I.M. (2018) Strontium isotope chemostratigraphy: fundamentals of the method and its state of the art. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **26**(4), 3-23. (In Russ.)
- Maslov A.V., Grazhdankin D.V., Dub S.A., Mel'nik 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 results of research). *Lithosphere (Russia)*, **19**(5), 659-686. DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-5-659-686. (In Russ.)
- Ovchinnikova G.V., Vasil'eva I.M., Semikhatov M.A., Gorokhov I.M., Kuznetsov A.B., Gorokhovskii B.M., Levskii L.R. (2000) Possibilities of Pb-Pb dating of carbonate rocks with open U-Pb systems: Upper Riphean stratotype Minyar Formation, South Urals. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **8**(6), 3-19. (In Russ.)
- Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Krasnobaev A.A. (2014) The boundary straton of the Riphean and Vendian in the Southern Urals. Supplements and changes in the regional stratigraphic scheme. *Geology, minerals and problems of geocology of Bashkortostan, Urals and adjacent territories: Materials 10-th of the interregional scientific-practical conference*. Ufa, DizainPress Publ., 77-87. (In Russ.)
- Pustyl'nikov A.M., Vakulenko L.G. (1997) Origin and forms of silica release in the Riphean deposits of the Baikit anticline (Siberian platform) in connection with the problem of the formation of fractured-cavernous reservoirs. *Geol. Geofiz.*, **38**(12), 1962-1967. (In Russ.)
- Romanyuk T.V., Kuznetsov N.B., Belousova E.A., Gorozhanin V.M., Gorozhanina E.N. (2018). Paleotectonic and paleogeographic settings of the Lower Riphean Ai suite of the Bashkir uplift (Southern Urals) based on the study of detrital zircons using the TERRANE-CHRONO® method. *Geodyn. Tectonophys.*, **9**(1), 1-37.
- Ronkin Yu.L., Maslov A.V., Petrov G.A., Matukov D.I., Sulslov S.B., Sindern S., Kramm U., Lepikhina O.P. (2007) In situ U-Pb (SHRIMP)-dating of zircons from granosyenites of the Troitsk massif of the Kvar'kush-Kamenogorsk megantipclorium, Middle Urals. *Dokl. Akad. Nauk*, **412**(1), 1-6. (In Russ.)
- Semikhatov M.A., Kuznetsov A.B., Chumakov N.M. (2015) Isotope age of borders of the common stratigraphic divisions of the Upper Proterozoic (Riphean and Vendian) of Russia: evolution of opinions and modern assessment. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **23**(6), 16-27. (In Russ.)
- Shopf V.D., Dol'nik T.A., Krylov I.N., Mendel'son S.V., Nazarov B.B., Nyurberg A.V., Sovetov Yu.K., Yakshin M.S. (1979) Microfossils in Precambrian stromatolite rocks of

- the USSR. *Paleontology of the Precambrian and Early Cambrian*. Leningrad, Nauka Publ., 104-109. (In Russ.)
- Stratigraphic Code. (2019) 3th iss. St. Petersburg, VSEGEI Publ. 96 p. (In Russ.)
- Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic). (1993) Ekaterinburg. 151 scheme, 152 p. (In Russ.)
- Stratotype of the Riphean. Paleontology. Paleomagnetism. (1982) Moscow, Nauka Publ., 176 p. (Tr. GIN AN SSSR. Vyp. 368). (In Russ.)
- Stratotype of the Riphean. Stratigraphy. Geochronology. (1983) Moscow, Nauka Publ., 183 p. (Tr. GIN AN SSSR. Vyp. 377). (In Russ.)
- Zaitseva T.S., Gorokhov I.M., Ivanovskaya T.A., Semikhatov M.A., Kuznetsov A.B., Mel'nikov N.N., Arakeliants M.M., Yakovleva O.V. (2008) Mössbauer characteristics, mineralogy and isotopic age (Rb-Sr and K-Ar) of Upper Riphean glauconites of the Uk Formation of the Southern Urals. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **14**(3), 3-24. (In Russ.)
- Zaitseva T.S., Kuznetsov A.B., Gorozhanin V.M., Gorokhov I.M., Ivanovskaya T.A., Konstantinova G.V. (2019) Foundation of the Vendian in the Southern Urals: Rb-Sr age of glauconites of the Bakeevskaya Formation. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **27**(5), 82-96. (In Russ.)
- Zaitseva T.S., Kuznetsov A.B., Sergeeva N.D., Adamskaya E.V., Plotkina Yu.V. (2022) U-Th-Pb age of detrital zircon from oolitic limestones of the Uk Formation: traces of Grenville provenance sources in the Late Riphean of the Southern Urals. *Dokl. Akad. Nauk. Nauki o Zemle*, **503**(2), 90-96. DOI: 10.31857/S2686739722040193. (In Russ.)