

УДК: 551.72

DOI: 10.31084/2619-0087/2021-2-4

ЗИГАНСКАЯ СВИТА АШИНСКОЙ СЕРИИ ВЕНДА НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Н. Д. Сергеева, С. А. Солодова, А. А. Ратов

*Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН,
450077, г. Уфа, ул. К. Маркса, 16/2, E-mail: riphey@ufaras.ru*

В статье дано детальное описание наиболее полных и хорошо обнаженных разрезов зиганской свиты ашинской серии венда: по р. Зиган (стратотип) и в междуречье Кукраук и Зиган в техногенных выемках автодороги Стерлитамак–Верхний Авзян на участке с. Макарово–с. Кулгунино, который предложен в качестве гипостратотипа зиганской свиты. Характерная фациальная изменчивость зиганских осадков по латерали отчетливо проявилась даже в близко расположенных разрезах: по р. Зиган, руч. Кукраук и в их междуречье, что позволяет судить об особенностях отдельных участков осадочного бассейна в зиганское время. Впервые на юге Алатауского антиклинория в разрезе зиганской свиты междуречья Кукраук и Зиган вскрыто несколько туфовых прослоев. Туфы представляют значительный интерес как объект датирования современными изотопными методами (по глинистым минералам и циркону) и материал при палеогеографических реконструкциях региона на рубеже венда и палеозоя. Наличие туфовых прослоев в подошве и кровле зиганской свиты позволяет определить возраст свиты, ее нижней границы и рубежа докембрий/кембрий.

Ключевые слова: венд, зиганская свита, ашинская серия, туф, стратотип, Алатауский антиклинорий, Южный Урал

ZIGAN FORMATION OF THE ASHA GROUP OF THE VENDIAN IN THE SOUTHERN URALS

N.D. Sergeeva, S.A. Solodova, A.A. Ratov

*Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of RAS,
16/2, K. Marx St., Ufa, 450077, Russia, E-mail: riphey@ufaras.ru*

The article gives a detailed description of the most complete and well-exposed sections of the Zigan Formation of the Asha Group of the Vendian: along the Zigan river (stratotype) and in the inter uve of Kukrauk and Zigan in the technogenic excavations of the Sterlitamak–Verkhniy Avzyan highway in the section Makarovo village–Kulgunino village, which is proposed as the hypostratotype of the Zigan Formation. The characteristic facies lateral variability of the Zigan sediments was clearly manifested even in closely spaced sections: along the Zigan river, Kukrauk stream and in their inter uve, which makes it possible to make a judgment about the features of individual sections of the sedimentary basin in the Zigan time. For the first time in the south of the Alatau anticlinorium, in the section of the Zigan Formation between the Kukrauk stream and Zigan river, several tuff interlayers have been exposed. Tuffs are of considerable interest as an object of dating by modern isotope methods (based on clay minerals and zircon) and as a material for paleogeographic reconstructions of the region at the Vendian-Paleozoic boundary. The presence of tuff interlayers at the base and top of the Zigan Formation makes it possible to determine the age of the formation, its lower boundary and the Precambrian / Cambrian boundary.

Keywords: Vendian, Zigan Formation, Asha Series, tuff, stratotype, Alatau anticlinorium, Southern Urals

Для цитирования: Сергеева Н.Д., Солодова С.А., Ратов А.А. Зиганская свита ашинской серии венда на Южном Урале // Геологический вестник. 2021. № 2. С. 46–57. DOI: 10.31084/2619-0087/2021-2-4.

For citation: Sergeeva N.D., Solodova S.A., Ratov A.A. (2021) Zigan Formation of the Asha Group of the Vendian in the Southern Urals. *Geologicheskii vestnik*. No. 2. P. 46–57. DOI: 10.31084/2619-0087/2021-2-4.

© Н.Д. Сергеева, С.А. Солодова, А.А. Ратов, 2021

Введение

Особый интерес к зиганской свите верхнего отдела вендской системы [Вендская..., 1985] связан с тем, что она завершает стратиграфическую последовательность отложений в разрезе докембрия на Южном Урале, является верхним членом молассовой формации орогенного этапа, завершающего крупный тектонический цикл геологической истории докембрия региона [Сергеева и др., 2019]. Отложения зиганской свиты отвечают котлинскому биостратиграфическому горизонту [Гражданкин и др., 2011], в развитии органического мира которого происходят переломные события, а именно: отмечено резкое сокращение таксономического разнообразия мягкотелых организмов («бесскелетной фауны») и увеличение роли макроводорослей («вендотениевой флоры») в экосистемах [Grazhdankin, 2014].

Отложения зиганской свиты распространены преимущественно на крыльях Алагауского антиклинория (рис. 1), где прослеживаются вдоль полосы развития пород куккараукской свиты, с которой зиганская связана постепенным переходом [Олли, 1948; Беккер, 1988; Козлов, 1982], а также в Каратауском антиклинории и Сулеймановской антиклинали. Фрагменты разреза свиты можно наблюдать по рекам Зиган (стратотип), Кукраук, Мендым, Инзер, Юрюзань и др., но наиболее полно отложения зиганской свиты представлены в дорожных выемках на новом участке (с. Макарово – с. Кулгунино) автодороги г. Стерлитамак – пос. Верхний Авзян (см. рис. 1, точка 1).

Описание разрезов

Зиганская свита (V_2zn) впервые была выделена А.И. Олли в 1940 г. со стратотипом по р. Зиган, в 1750 м ниже (по прямой) устья руч. Янаш (см. рис. 1, точка 2). Отложения зиганской свиты располагаются стратиграфически выше разногалечных конгломератов и песчаников куккараукской свиты и перекрыты светло-серыми полимиктовыми гравелитами такатинской свиты эмского яруса нижнего девона. Стратотипический разрез зиганской свиты детально изучен В.И. Козловым [1982], и материалы этих исследований используются в статье, включая зарисовку разреза, стратиграфическую колонку и план к разрезу, которые самим автором не были опубликованы и приведены только в отчетах НИР [Козлов и др., 2008ф]. Соавторы отчета считают целесообразным опубликовать материалы, что делает их более доступными для широкой аудитории.

В монографической работе В.И. Козловым [1982] дано следующее описание стратотипа зиганской свиты (снизу вверх, рис. 2 и 3).

V_2kk 1–3. Конгломераты и песчаники куккараукской свиты.

V_2zn 4. Песчаники полимиктовые, серые с зеленоватым оттенком, среднезернистые, слабоизвестковистые, разноплитчатые, слюдистые, с редкими прослоями (от 1–2 до 6–8, редко 10 см) алевролитов кварцевых, зеленовато-серых, слюдистых, тонкоплитчатых, прослоями косослоистых. Переход между песчаниками и алевролитами постепенный. Преобладающее падение слоистости ЗСЗ $275^\circ \angle 25^\circ$. Нижняя граница слоя не обнажена. Мощность 40 м.

5. Песчаники полимиктовые, мелкозернистые, розовато-серые, слюдистые, разноплитчатые (от 2–3, 5–10 до 30–50 см). В основании содержатся редкие и не выдержанные по мощности (от 3–5 до 10–80 см, редко 1–1.2 м) прослои розовато-зеленовато-серых полимиктовых алевролитов; нередко породы имеют косую слоистость. Падение слоистости З $270^\circ \angle 23^\circ$. Нижняя граница слоя проведена условно по смене окраски пород. Мощность 45 м.

6. Задерновано по мощности 20 м. Обломки и щебенка пород слоя 5. Разрез продолжается по правому берегу р. Зиган.

7. Песчаники полимиктовые, мелкозернистые, зеленовато-серые, иногда преимущественно кварцевые, среднезернистые, с желтоватым оттенком, слюдистые, прослоями известковистые, с волновыми знаками ряби. Наблюдаются прослои (от 2–5 до 10–15 см) алевролитов аналогичного песчаникам состава и облика. Породы разноплитчатые (от 1–6 до 10–15 см). Падение слоистости ЗСЗ $280^\circ \angle 20^\circ$. Нижняя граница слоя проведена условно по смене окраски пород. Мощность 25 м.

8. Задерновано по мощности 45 м. Наблюдаются разрозненные гравки песчаников и алевролитов, аналогичных описанным в слое 5.

9. Алевролиты полимиктовые, серые и зеленовато-серые, отдельными прослоями известковистые, тонкоплитчатые. В верхней половине слоя в алевролитах появляются прослои песчаников (от 5 до 10 см), аналогичных описанным в слое 7. Падение слоистости ЗСЗ $275^\circ \angle 25^\circ$. Нижняя граница слоя не обнажена. Мощность 75 м.

10. Задерновано по мощности 100 м. Отмечена щебенка пород слоя 9. Далее разрез продолжается по левому берегу р. Зиган.

11. Песчаники полимиктовые и кварцевые, мелкозернистые, зеленовато-серые, разноплитчатые (от 2–5, 8–10 до 30–40 см), слюдистые, в различной степени известковистые, местами с редкими прослоями (от 2–5 до 10–15 см) алевролитов того же состава и облика. Переход между песчаниками и алевролитами постепенный. Падение слоистости ЗСЗ $280^\circ \angle 28^\circ$. Нижняя граница слоя не обнажена. Мощность 35 м.

12. Неравномерное переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов. Песчаники полимиктовые, средние и мелкозернистые, серые, зеленовато-серые, известковистые, неравномерно плитчатые (5–10, 30–40, иногда 70 см). Алевролиты преимущественно кварцевого состава, зеленые и зеленовато-серые, тонкоплитчатые, слюдистые, образую-

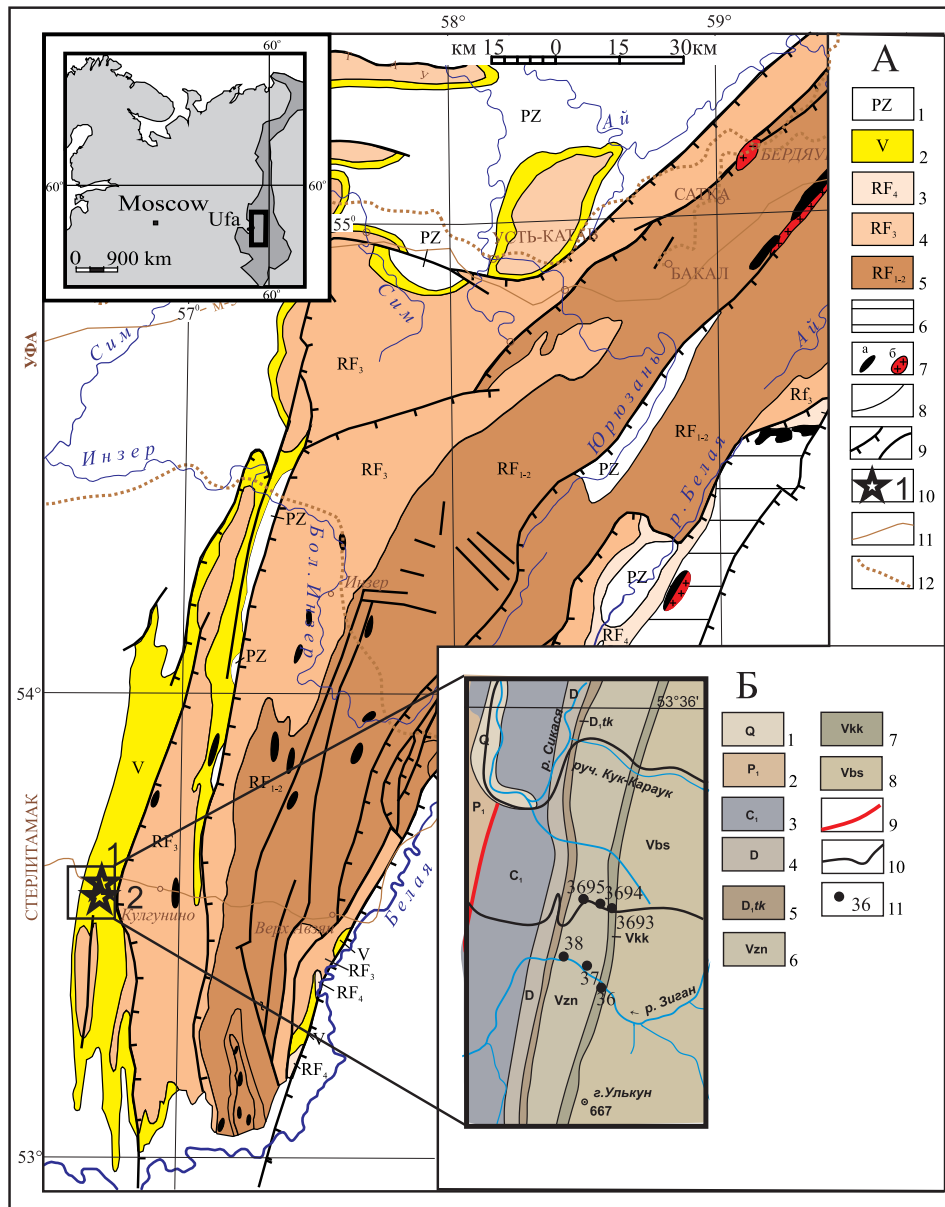


Рис. 1. А — Схематическая геологическая карта Башкирского мегантиклинория Южного Урала, по [Геологическая..., 2002] с упрощением. **Б** — геологическая карта района исследований, по [Синицын, Синицына, 1968] с изменениями

Условные обозначения к карте: **А.** Нерасчлененные отложения: 1 — палеозой, 2 — венда, 3–5 — рифей: 3 — завершающего, 4 — верхнего, 5 — среднего и нижнего; 6 — метаморфические образования Уралтауского антиклинория; 7 — магматические образования: габбродолериты (а) и граниты (б); 8 — геологические границы; 9 — основные разрывные нарушения; 10 — местоположение разрезов: 1 — по автодороге на участке с. Макарово–с. Кулгунино; 2 — по р. Зиган; 11 — автодороги; 12 — железные дороги. **Б.** 1–3 — нерасчлененные отложения: 1 — четвертичные, 2 — перми, 3 — карбона, 4 — девона; 5 — такатинская свита эмского яруса нижнего девона; 6–8 — отложения ашинской серии венда. Свиты: 6 — зиганская, 7 — куккараукская, 8 — басинская; 9, 10 — границы: 9 — тектонические, 10 — геологические; 11 — номера изученных обнажений.

Fig. 1. A — Schematic geological map of the Bashkirian meganticlinorium of the Southern Urals after [Geologicheskaya..., 2002], simplified. **B** — geological map of the study area according to [Sinitsyn, Sinitsyna, 1968] with changes

Map legends: **A.** Undivided deposits: 1 — Paleozoic, 2 — Vendian, 3–5 — Riphean: 3 — Terminal, 4 — Upper, 5 — Middle and Lower; 6 — metamorphic formations of the Uraltau anticlinorium; 7 — magmatic formations: gabbrodolerites (a) and granites (b); 8 — geological boundaries; 9 — major faults; 10 — location of the sections: 1 — along the road section between Makarovo village – Kulgunino village; 2 — along the Zigan river; 11 — highways; 12 — railways. **B.** Undivided deposits: 1 — Quaternary; 2 — Permian; 3 — Carboniferous; 4 — Middle and Upper Devonian; 5 — Takata Formation of the Emsian Stage of the Lower Devonian; 6–8 — Vendian deposits of the Asha Group. Formations: 6 — Zigan, 7 — Kukkarauk, 8 — Basa; 9, 10 — boundaries: 9 — tectonic, 10 — geological; 11 — numbers of the studied outcrops.

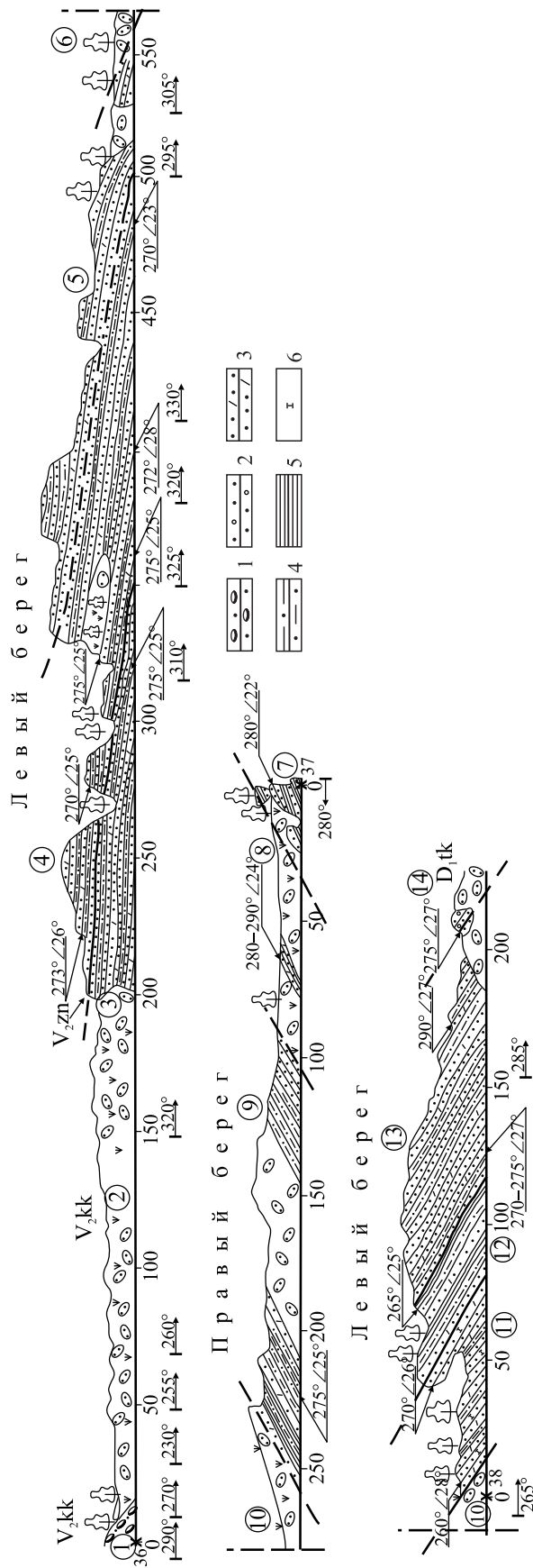


Рис. 2. Разрез отложений зиганской свиты по р. Зиган (обнажения 36, 37, 38) Зарисовка фрагментов разреза по В.И. Козлову [Козлов и др., 2008ф] Условные обозначения: 1 — конгломерат; 2 — гравелит; 3 — песчаник полимиктовый; 4 — алевролит; 5 — аргиллит; 6 — шалей в кружках — номера слоев.

Fig. 2. Section of the Zigan Formation sediments along the Zigan river (outcrops 36, 37, 38) Sketch of fragments of the section from [Kozlov et al., 2008ф] Legend: 1 — conglomerates; 2 — gravelstones; 3 — polymictic sandstone; 4 — aleurostone; 5 — shales; 6 — shales in circles — layer number.

щие прослои от 2–3 до 30–40, редко 70–120 см. Аргиллиты зеленовато-серые и в редких прослоях толщиной около 1 см розовато-серые. Падение слоистости $3\ 270^\circ\angle 26^\circ$. Нижняя граница слоя четкая, ровная и проведена по кровле подстилающих песчаников. Мощность 15 м.

13. Песчаники кварцевые, мелкозернистые, иногда среднезернистые, зеленые и зеленовато-серые, плотные, слюдястые, прослоями известковистые или глинистые. Участками песчаники постепенно переходят в алевролиты того же состава и облика. Песчаники плитчатые (0.5–1, 2–3, 10–15 см). Падение слоистости $3\ 290^\circ\angle 27^\circ$. Нижняя граница слоя не обнажена. Мощность 50 м.

D₁tk 14. Гравелиты полимиктовые, светло-серые с желтоватым оттенком, в цементе их грубозернистые кварцевые песчаники, гравийные зерна и мелкая галька хорошо окатанная, средний размер их в диаметре от 1 мм до 1 см и 3–4 см. Галька представлена жильным кварцем, алевролитами и песчаниками полимиктовыми, мелкозернистыми, зеленовато-серыми. Падение слоистости $3\ 275^\circ\angle 27^\circ$. Нижняя граница слоя не обнажена. Мощность более 2 м.

В стратотипическом разрезе зиганская свита представлена преимущественно песчаниками (около 65% мощности свиты), меньше алевролитами (34%), в подчиненном количестве (около 1%) присутствуют аргиллиты [Козлов, 1982]. Песчаники полимиктовые, реже кварцевые, средне- и мелкозернистые, зеленовато- и розовато-серые, слюдястые, слабо известковистые, разноплитчатые, содержат прослои алевролитов того же состава и облика. Переход между песчаниками и алевролитами постепенный. В породах наблюдаются косая слоистость, знаки ряби и волнений. Зеленовато- и розовато-серые аргиллиты отмечаются в редких маломощных прослоях. Падение слоистости пород западное ($270\text{--}280^\circ\angle 20\text{--}28^\circ$). Мощность зиганской свиты в стратотипе 450 м. На подстилающих отложениях куккараукской свиты она залегает с постепенным переходом и с размывом перекрывается кварцевыми песчаниками такатинской свиты эмского яруса нижнего девона (см. рис. 2 и 3, описание слоя 14).

Обнаженность отложений зиганской свиты в стратотипе недостаточная, да и сам разрез труднодоступен для изучения и демонстрации. В настоящее время, как отмечено выше, легкодоступный и наиболее полно вскрытый разрез отложений зиганской свиты описан в дорожных выемках (**обнажения 3693–3695**) по автодороге г. Стерлитамак–пос. Верхний Авзян на новом участке с. Макарово–с. Кулгунино, проложенном в междуречье Зигана и Кукраука в 2 км севернее стратотипа (см. рис. 1, точка 1).

Обнажение 3693 (N 53°34.239', E 056°40.953') находится в 68 км от г. Стерлитамак по автодороге г. Стерлитамак–пос. Верхний Авзян, где в дорож-

ных выемках стратиграфически выше конгломератов куккараукской свиты вскрыт следующий разрез отложений зиганской свиты (рис. 4).

V₂kk 1. Конгломераты разногальчные (см. рис. 4, фото 4.2). Галька хорошо окатанная, округлой, овальной или неправильной формы (размер от 0.5×1 см до 15–20 см), представлена преимущественно кварцевыми песчаниками разнозернистыми до гравийных, с единичной темно-серой уплощенной галькой (0.4×1 см) кварцевого алевролита и галькой (3×5 см) гранитоидного облика. Галька не сортирована и распределена неравномерно. Цемент конгломератов глинисто-кварцевый (алевроито-песчаный) легко разрушается, составляет 10–20%. Падение слоистости $3\ 280^\circ\angle 11\text{--}12^\circ$. Мощность 20 м.

2. Задерновано по мощности 30 м. Обломки и щебенка конгломератов.

V₂zn 3. Задерновано по мощности 32 м. Обломки и щебенка алевролитов зиганской свиты. Контакт куккараукской и зиганской свит задернован и проведен условно по появлению щебенки алевролитов (см. рис. 4, литолого-стратиграфическая колонка).

4. **Обнажение 3694** (N 53°34.239', E 056°40.953') находится в 400 м по автодороге от обн. 3693 (см. рис. 4, план разреза). Здесь в дорожной выемке высотой более 15 м вскрыты: алевролиты (преобладают), аргиллиты и песчаники в неравномерном чередовании. Алевролиты и песчаники полимиктовые, по напластованию наблюдается мелкая слюда (серицит); тонко- и среднеплитчатые (1–10 см), зеленовато-серые. Прослоями алевролиты переходят в мелкозернистые песчаники, слоистые за счет тонких глинистых слоев. Цвет пород серый с голубоватым оттенком. Наблюдаются прослои алевролитов и аргиллитов вишневого окраски. На поверхности алевролитов отмечаются знаки волнений (рис. 5.1), а в аргиллитах — трещины гидроразрыва.

В 20 м от подошвы слоя отмечаются два туфовых прослоя мощностью около 30 см (монтмориллонитовая глина). Падение слоистости $3\ 260\text{--}280^\circ\angle 20\text{--}25^\circ$. Мощность 48 м.

5. Задерновано по мощности 120 м.

Обнажение 3695 (N 53°34.385' и E 056°40.193') находится в 600 м по автодороге от обнажения 3694 (см. рис. 4, план разреза). Здесь в дорожной выемке высотой около 20 м вскрыты:

1. Алевролиты и аргиллиты серые, тонкоплитчатые, в неравномерном переслаивании. Нижняя граница слоя проведена по подошве аргиллитов (мощностью 1.2 м). Падение слоистости ЮЗ $260^\circ\angle 26^\circ$. Мощность 14 м.

2. Переслаивание пород, аналогичное описанному в слое 1, но с тонкими слоями зеленовато-серых разностей. Мощность 6 м.

3. Переслаивание серых с голубоватым оттенком алевролитов и аргиллитов тонкоплитчатых, слюдястых. Прослои алевролитов имеют мощность до 1.5 м, аргиллитов — до 1.2 м, по подошве последнего проведена нижняя граница слоя. Мощность 20 м.

4. Переслаивание алевролитов и аргиллитов, аналогичное описанному в слое 3, но появляются прослои (мощность

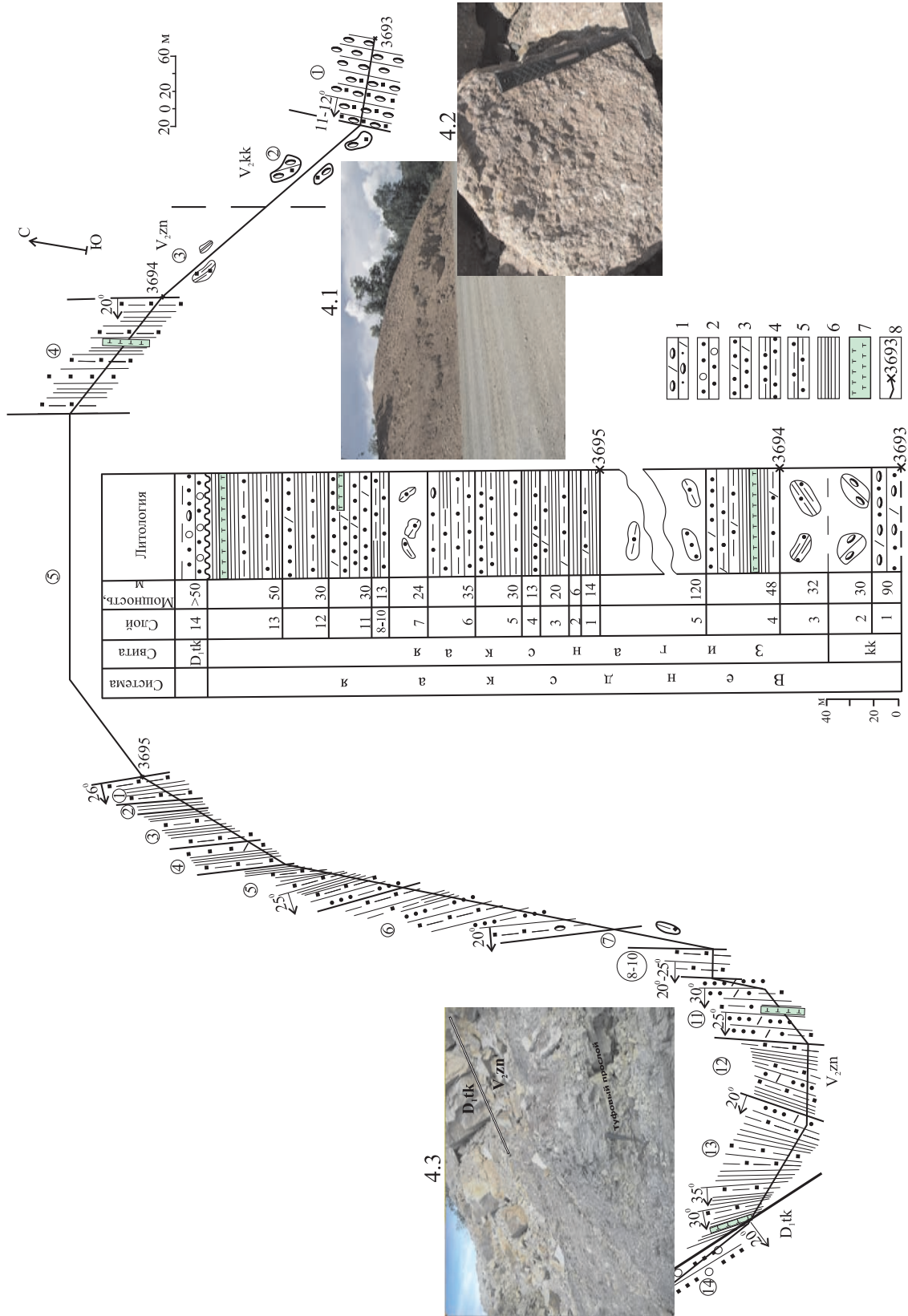


Рис. 4. План и литолого-стратиграфическая колонка отложений зиганской свиты в междуречье Кукраук и Зиган в дорожных выемках на участке автодороги с. Макарово – с. Кулгунино (обнажения 3693, 3694, 3695)

Fig. 4. Plan and lithological-stratigraphic column of the Zigan formation in road cuts on the road section Makarovo village – Kulgunino village (outcrops 3693, 3694, 3695) between the Kukrauk and Zigan rivers

Условные обозначения к рис. 4: 1 — конгломерат полимиктовый; 2 — гравелит и гравийный песчаник; 3, 4 — песчаник полимиктовый (3) и алевритовый (4); 5 — алевролит; 6 — аргиллит; 7 — туф; 8 — номер обнажения. На фотографиях: 4.1 — общий вид фрагмента дорожной выемки куккараукских конгломератов (обн. 3693); 4.2 — мелкогалечный конгломерат куккараукской свиты; 4.3 — контакт зиганской свиты венда и такатинской свиты девона.

Fig.4 legend: 1 — conglomerates polymictic; 2 — gravelstones and gravel sandstone; 3, 4 — polymictic (3) and silty (4) sandstone; 5 — siltstone; 6 — shales; 7 — tuff; 8 — number of the outcrop. In the photos: 4.1 — general view of a fragment of the road excavation of the Kukkarauk conglomerates (outcrop 3693); 4.2 — small-pebble conglomerate of the Kukkarauk Formation; 4.3 — contact between the Vendian Zigan Formation and the Devonian Takata Formation.



Рис. 5. Текстуры особенности пород зиганской свиты
 1 — знаки волновой ряби в алевролитах (сл. 4, обн. 3694); 2–3 — гальки (30×40 см, 30×45×10 см) уплотненного песчаника со скорлуповатой отдельностью (сл. 6, обн. 3695); 4 — знаки волнений в песчаниках, расстояние между валиками 15 см (сл. 11, обн. 3595); 5 — глинистые пластинки по напластованию в песчаниках (сл. 12, обн. 3595).

Fig. 5. Textural features of the rocks of the Zigan Formation
 1 — signs of wave ripples in siltstones (layer 4, outcrop 3694); 2–3 — pebbles (30×40 cm, 30×45×10 cm) of compacted sandstone with shell-like detachment (layer 6, outcrop 3695); 4 — signs of disturbances in sandstones, the distance to between is 15 cm (layer 11, outcrop 3595); 5 — clay plates by bedding in sandstones (layer 12, outcrop 3595).



60 см) песчаников мелкозернистых, полимиктовых, серых, массивных, крепких. Нижняя граница слоя 4 проведена по подошве песчаника. Мощность 13 м.

5. Аргиллиты и алевролиты глинисто-кварцевые, серые с голубоватым оттенком в неравномерном переслаивании. В кровле слоя появляются (в раздувах до 30 см) песчаники мелкозернистые, серые, плотные, крепкие. Падение слоистости ЮЗ $250^{\circ} \angle 25^{\circ}$. Мощность 30 м.

6. Алевролиты глинисто-кварцевые, зеленовато-серые, тонкоплитчатые, с тонкими слойками аргиллитов. Наблюдаются прослои (20–30 см) более плотных кварцевых алевролитов серой окраски. В кровле слоя алевролиты содержат округло-овальные скорлуповатые «галочки» песчаников (размером 30×40 и $30 \times 45 \times 10$ см, рис. 5.2 и 5.3). Падение слоистости ЗЮЗ $260\text{--}270^{\circ} \angle 20^{\circ}$. Мощность 35 м.

7. Задерновано по мощности 24 м. Глыбы и щебенка описанных выше пород.

8. Песчаники глинисто-кварцевые, мелкозернистые, алевролитистые, зеленовато-серые, слюдистые, слоистые за счет тонких глинистых слойков, разноплитчатые (средне-, тонкоплитчатые: от 1 до 3–5 см). На плоскостях наслоения наблюдаются темно-бурые железистые пленки. Мощность 4.0 м.

9. Песчаники, аналогичные таковым слоя 8, но более плотные и массивные. Падение слоистости З $270\text{--}280^{\circ} \angle 20^{\circ}\text{--}25^{\circ}$. Мощность 2.8 м.

10. Алевролиты глинисто-кварцевые, тонкоплитчатые (0.5 см), зеленовато-серые. Мощность 6 м.

11. Песчаники полимиктовые, мелкозернистые, серые и темно-серые со слабым зеленоватым оттенком, слюдистые (серицитизированные), плотные, массивные, среднеплитчатые. По плоскостям наслоения в песчаниках отмечаются текстуры струйчатых течений, знаки ряби и крупных волнений (см. рис. 5.4) и текстуры похожие на отпечатки водорослей (Арумберия?) В 10 м от кровли слоя отмечен прослой (40 см) туфа. Падение слоистости З $270\text{--}275^{\circ} \angle 30\text{--}25^{\circ}$. Мощность 30 м.

12. Переслаивание песчаников мелкозернистых, полимиктовых, коричневатого-желтовато-серых, массивных, слюдистых; алевролитов, по составу и облику аналогичных песчаникам, и аргиллитов желтовато-коричневатого-серых. Отмечаются прослои (около 15 см) глинистой массы с обилием аргиллитовых пластинок (тонкие – 1–2–3 мм) округлой и овальной формы. Цементирующий глинистый материал светло-зеленовато-серый, а пластинки серые, темно-серые, зеленовато-серые и желтовато-коричневые. В песчаниках по напластованию также отмечаются аналогичные глинистые пластинки (см. рис. 5.5). Падение слоистости ЗСЗ $280^{\circ} \angle 20^{\circ}$. Мощность 30 м.

13. Неравномерное переслаивание алевролитов и аргиллитов, но количественное соотношение пород приблизительно равно. Алевролиты глинисто-кварцевые, зеленовато-серые, слоистые (за счет глинистых тонких слойков), слабо слюдистые. Аргиллиты глинистые, зеленовато-серые. При выветривании аргиллиты рассыпаются на полигональные пластинки. Прослои алевролитов имеют мощность около 30 см, а аргиллитов — около 40 см, но в них также могут содержаться тонкие слойки алевролитов. В кровле слоя наблюдаются два туфовых прослоя мощностью около 30–40 см. Падение слоистости З $270\text{--}260^{\circ} \angle 35\text{--}30^{\circ}$. Нижняя гра-

ница слоя проведена по кровле песчаника (0.7 м мощность) подстилающего слоя 12. Мощность 53 м.

Дейтк 14. Песчаники кварцевые, разнозернистые (от мелкозернистых до гравийных), светло-серые, иногда с зеленоватым оттенком, возможно, за счет глинисто-хлоритовой примеси в цементе, или розовато-серые за счет ожелезнения по трещинам, порам и напластованию, массивные. Прослоями песчаники переходят в гравелиты кварцевые, светло-серые и содержат мелкую кварцевую гальку, которая концентрируется иногда в тонкие прослои. В основании слоя отмечается косая слоистость и крупные гальки (пластинки) глинистого состава, зеленовато-серого цвета. Мощность более 50 м.

Нижняя граница слоя проведена по подошве светло-серых кварцевых песчаников такатинской свиты эмского яруса нижнего девона (D_1). Непосредственный контакт отложений зиганской свиты венда и такатинской свиты нижнего девона завален глыбами песчаника.

Мощность зиганской свиты составляет 465 м.

В отличие от стратотипического разреза по р. Зиган здесь свита имеет немного большую мощность осадков и иное соотношение пород в переслаивании: преобладают алевролиты (53%), подчиненную роль играют аргиллиты (29%) и песчаники (18%). По плоскостям наслоения в песчаниках и алевролитах отмечаются текстуры струйчатых течений, знаки волновой ряби. Прослои туфов (мощностью около 30–40 см) отмечены среди аргиллитов в основании разреза и вблизи верхней границы зиганской свиты с кварцевыми светло-серыми песчаниками такатинской свиты нижнего девона (см. рис. 4). В нижней части разреза свиты (на 70 м по мощности) породы имеют зеленовато-серую и вишневую окраску, а выше по разрезу — исключительно серую, зеленовато-серую и темно-серую. Породы зиганской свиты в описанном разрезе имеют пологое западное падение слоистости, как и в стратотипе по р. Зиган. Из приведенного выше описания стратотипического и опорного разрезов зиганской свиты, а также ранее изученных разрезов свиты в Сулеймановской антиклинали и северной части Алатауского антиклинория [Сергеева и др., 2019] и результатов маршрутных исследований, проведенных в полосе распространения свиты, подтвержден вывод [Козлов, 1982] о ее фациальной изменчивости по латерали. Так, в разрезах по рекам Зиган и Кукраук преобладают песчаники (около 65% мощности свиты), алевролиты (34%) и аргиллиты (немного более 1%). В разрезе зиганской свиты в г. Усть-Катав преобладают аргиллиты, составляющие 51% мощности свиты, алевролиты (38%) и песчаники (14%). Несмотря

на меняющееся соотношение пород в переслаивании в разрезах зиганской свиты, общий петрографический состав, структурно-текстурные особенности и внешний облик их почти не меняются.

Литолого-петрографическая характеристика основных типов пород

Песчаники полимиктовые, мелко- и среднезернистые, иногда крупнозернистые, зеленовато-серые, отдельными прослоями буровато-серые или серые с розоватым оттенком, плитчатые, реже массивные, неравномернослоистые. Слоистость градационная или за счет наличия аргиллитовых и алевролитовых слоев различной толщины, часто растащенных, оборванных и взмученных. В составе песчаника: кварц (от 30–35 до 50%), плагиоклаз (от 3–5% до 10–12%, редко 20–25%) бурый, сильно глинизированный, монокристаллический, реже сдвойникованный и обломки пород (от 10–15% до 40%). Последние представлены алевролитами и песчаниками кварцевыми, слюдисто-кварцевыми, глинистыми породами, иногда филлитизированными, кремнистыми породами, редко отмечаются обломки кварцитов, микросланцев слюдисто-кварцевых, жильных пород гранитоидного состава с реликтовыми, микрографическими и микросферолитовыми структурами; присутствуют редкие буроватые обломки вулканогенных пород основного состава, часть которых (10–15%) глинизирована или замещена микрочешуйками гидрослюды и замутнена окислами и гидроокислами железа так, что определить их первоначальный состав невозможно. В изменчивых количествах отмечаются сростки кварца, кварца с плагиоклазом или хлоритом и серицитом, лейкоксенизированные титанистые минералы, магнетит и пирит (от редких знаков до 1%). Присутствуют листочки биотита (от единичных знаков до 5%) гидратизированного, иногда замещенного хлоритом, мусковитом, окислами и гидроокислами железа, голубовато-зеленого хлорита (от 3 до 10%), пластинчатого мусковита (единичные знаки). Из акцессорных минералов отмечаются циркон, турмалин, редко гранат и апатит. Цемент в песчаниках распределен неравномерно, чаще всего зерна имеют конформные контакты и иногда регенерационный кварцевый или глинистый цемент (от 1–3 до 5 и редко 10%) с рассеянными точечными включениями железистых минералов. В отдельных прослоях песчаники слабо кальцитизированы (около 1% и лишь иногда до 5–10%).

Алевролиты по составу и внешнему облику аналогичны песчаникам, но имеют более темную зеленовато- и буровато-серую и розовато-серую окраску. Алевролиты неравномернослоистые за счет послойного обогащения глинистым цементом и проявления градационной сортировки обломочных зерен. В алевролитах также отмечаются микротекстуры подводного оползания и взмучивания, алевролитовые, реже алевропсаммитовые структуры. Они крупно- или среднезернистые, хорошо или средне сортированные и прослоями содержат псаммитовую примесь (от 5 до 35–40%). Обломочные зерна угловатой, удлиненной, изометричной или сглаженно-угловатой формы, неокатанные или полуокатанные. От песчаников алевролиты отличаются более высоким содержанием кварца (до 60–65%), обломочных слюд, в основном биотита (15–20%) и более высоким содержанием обломков пород (15–20%) и различных сростков минералов (20–25%), лейкоксенизированных титанистых минералов, магнетита и эпидота (соответственно 2–3% и 1–2%). Цемент в алевролитах (от 7–10 до 33–40%) неравномерно послойно обогащен хлоритом, гидроокислами железа и рудным минералом. В крупнозернистых алевролитах цемент (не превышает 7–10%) пленочный, пленочно-поровый. В мелкозернистых алевролитах содержание цемента колеблется от 10 до 35%.

Аргиллиты серовато-зеленые или бурые, иногда содержат миллиметровые алевролитовые или песчаные слои, обычно растащенные, поэтому породы нередко приобретают пятнистые текстуры. Структура в аргиллитах бластопелитовая и алевробластопелитовая. Основная ткань бледно-зеленой окраски, хлоритового и гидрослюдисто-хлоритового состава, в разной степени замутнена рудными минералами размерностью 0.01–0.02 мм. Алевролитовая и реже псаммитовая примесь (зерна кварца, листочки слюды, зерна эпидота, циркона, турмалина и рудных минералов) глинизирована и замутнена окислами и гидроокислами железа.

Заключение

Отложения зиганской свиты в дорожных выемках на водоразделе руч. Кукраук и р. Зиган (обнажения 3594–3595) имеют наибольшую мощность (465 м), хорошо обнажены и легко доступны для изучения. Этот разрез предлагается в качестве гипостратотипического для зиганской свиты.

В большинстве разрезов отложения зиганской свиты перекрываются массивными кварцевыми песчаниками такатинской свиты нижнего девона, что способствовало сохранению отложений зиганской свиты от последующего размыва. При этом наиболее полные по мощности отложения свиты развиты в южной части Алатауского антиклинория.

Несмотря на фаціальную изменчивость пород зиганской свиты по латерали: в стратотипе по р. Зиган и руч. Кукраук преобладают песчаники (65%), в дорожных выемках на участке автодороги с. Макарово–с. Кулгунино — алевролиты (53%) и аргиллиты (29%) и в г. Усть-Катав — аргиллиты (68%), породы имеют однотипный состав, что могло быть обусловлено близким комплексом пород — источников обломочного материала. Полимиктовые песчаники зиганской свиты содержат кластику преимущественно осадочных пород, снос которых мог происходить с бортов межгорных прогибов тиманского орогена, сложенных осадочными рифейскими образованиями. В подчиненном количестве присутствуют обломки магматических и метаморфических образований, источником которых могли служить выступы кристаллического фундамента Русской плиты, гранитные интрузии (Барангуловский и Мазаринский массивы и др. [Краснобаев и др., 2007]) и осадочно-метаморфизованные образования аршинской серии завершающего рифея [Краснобаев и др., 2012], расположенные восточнее (в современных координатах) зиганского осадочного бассейна.

На юге Алатауского антиклинория в разрезе зиганской свиты междуречья Кукраук и Зиган впервые вскрыто несколько туфовых прослоев. И хотя нет определенного ответа на вопрос: откуда поступал пепловый материал в зиганское время на территорию Южного Урала, сами туфы представляют значительный интерес как объект датирования современными изотопными методами (по глинистым минералам и циркону) и материал при палеогеографических реконструкциях региона на рубеже венда и палеозоя. Наличие туфовых прослоев в подошве и кровле зиганской свиты позволит обосновать возраст свиты, ее нижней границы и рубежа докембрий/кембрий.

Исследования выполнены в соответствии с планами научно-исследовательских работ Института геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН (тема гос. задания № 0246-2019-0087) и при финансовой поддержке гранта РФФИ 19-05-00886.

Список литературы:

- Беккер Ю.Р. Молассы докембрия. Л.: Недра, 1988. 288 с.
- Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. М.: Наука. 1985. Т. 2: Стратиграфия и геологические процессы. 240 с.
- Геологическая карта Российской Федерации и сопредельной территории республики Казахстан. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист N-40 (41) – Уфа. СПб: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2002 г.
- Гражданкин Д.В., Марусин В.В., Меерт Дж., Крупнин М.Т., Маслов А.В. Котлинский горизонт на Южном Урале // Докл. РАН. 2011. Т. 440, № 2. С. 201–206.
- Козлов В.И. Верхний рифей и венд Южного Урала. М.: Наука, 1982. 128 с.
- Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Ларионов А.Н., Нехорошева А.Г., Бережная Н.Г. Полигенно-полихронная цирконология и проблема возраста Барангуловского габбро-гранитного комплекса // Докл. РАН. 2007. Т. 416, № 2. С. 241–246.
- Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Бушарина С.В. Новые данные по цирконовой геохронологии аршинских вулканитов (Южный Урал) // Литосфера. 2012. № 4. С. 127–140.
- Олли А.И. Древние отложения западного склона Урала. Саратов: Изд-во СГУ, 1948. 414 с.
- Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Козлова О.В., Ратов А.А. Ашинская серия венда: орогенный комплекс тиманид на Южном Урале // Геологический вестник. 2019. № 1. С. 3–34. DOI: 10.31084/2619-0087-2019-1-1.
- Синицын И.И., Синицына З.А. Объяснительная записка к геологической карте СССР. М 1:200 000. Сер. Южно-Уральская. N-40-XXI. М.: Госгеолком СССР, 1968. 70 с.
- Grazhdankin D. Patterns of evolution of the Edicaran soft-bodied biota // J. Paleontol. 2014. Vol. 88. P. 269–283.

References:

- Becker Ju.R. (1988) *Molassy dokembriya* [Molasses of the Precambrian]. Leningrad, Nedra Publ., 288 p. (In Russian)
- Geologicheskaya karta Rossiiskoi Federacii i sopredel'noi territorii respubliki Kazahstan. Masshtab 1:1 000 000 (novaya seriya). List N-40 (41)–Ufa [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.). St. Petersburg, VSEGEI Publ., 2002. (In Russian).
- Grazhdankin D. (2014) Patterns of evolution of the Edicaran soft-bodied biota. *J. Paleontol.*, **88**, 269–283.
- Grazhdankin D.V., Marusin V.V., Meert Dzh., Krupnin M.T., Maslov A.V. (2011) Kotlinskii gorizont na Juzhnom Urale [The Kotlinsky horizon in the Southern Ural]. *Dokl. Earth Sciences*, **440**(2), 201–206. (In Russian).
- Kozlov V.I. (1982) *Verkhniy rifei i vend Juzhnogo Urala* [Upper Riphean and Vendian of the Southern Urals]. Moscow, Nauka Publ., 128 p. (In Russian).

Krasnobaev A.A., Kozlov V.I., Puchkov V.N., Lario-nov A.N., Nehorosheva A.G., Berezhnaja N.G. (2007) Polygenic-polychronic zirconology and the age problem of the Barangulov gabbro-granite complex. *Doklady Earth Sciences*, **416**(2), 241-246. (In Russian).

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). *Litosfera*, (4), 127-140. (In Russian).

Olli A.I. (1948) *Drevnie otlozheniya zapadnogo sklona Urala* [Ancient deposits of the western slope of the Urals]. Saratov, University Publ., 414 p. (In Russian).

Sergeeva N.D., Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Kozlova O.V., Ratov A.A. (2019) Asha Series of Vendian: an orogenic

complex of Timanides in the Southern Urals. *Geologicheskii vestnik – Geological Bulletin*, (1), 3-34. DOI: 10.31084/2619-0087-2019-1-1. (In Russian).

Sinitsyn I.I., Sinitsyna Z.A. (1968) *Obyasnitel'naja zapiska k geologicheskoi karte SSSR. M 1:200000. Ser. Juzhno-Ural'skaya. N-40-XXI* [Explanatory note to the geological map of the USSR. M 1:200,000. Ser. South Ural. N-40-XXI]. Moscow, Gosgeolkom SSSR, 70 p. (In Russian).

Vend'skaya sistema. Istoriko-geologicheskoe i paleontologicheskoe obosnovanie. T. 2. Stratigrafiya i geologicheskie protsessy (1985) [Vendian system. Historical-geological and paleontological substantiation. Vol. 2: Stratigraphy and geological processes]. Moscow, Nauka Publ., 240 p. (In Russian).

Сведения об авторах:

Сергеева Нина Дмитриевна, ведущий научный сотрудник, канд. геол.-минер. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), Россия, г. Уфа. E-mail: riphey@ufaras.ru.

Солодова Светлана Андреевна, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: Solodova.IG@yandex.ru

Ратов Александр Александрович, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: ratov1990@icloud.com

About the authors:

Sergeeva Nina Dmitrievna, leading Researcher, candidate of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Russia, Ufa. E-mail: riphey@ufaras.ru.

Solodova Svetlana Andreevna, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: Solodova.IG@yandex.ru

Ratov Alexander Alexandrovich, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: ratov1990@icloud.com