
Научная статья

УДК 550.384

DOI 10.31084/2619–0087/2025-1-7

ПЕРВЫЕ ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ЛЕМЕЗИНСКОЙ И БЕДЕРЫШИНСКОЙ ПОДСВИТ ЗИЛЬМЕРДАКСКОЙ СВИТЫ ВЕРХНЕГО РИФЕЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Н. П. Парфирьев, К. Н. Данукалов, И. В. Голованова, Р. Ю. Валиева

Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа

parfirjev.nikita@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6664-4907>

danukalov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7116-0971>

golovanova@ufaras.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6015-0949>

vrushana@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9851-1666>

Проведено палеомагнитное изучение пород лемезинской и бедерышинской подсвит зильмердакской свиты верхнего рифея из фрагмента разреза, расположенного на р. Зилим в районе с. Бакеево. Разрез представлен терригенными, преимущественно красноцветными, породами. Изученный фрагмент мощностью ~60 м залегает моноклинально, средние элементы залегания — 80°/55°. Для разреза получено среднее северо-восточное палеомагнитное направление и проведено его сравнение с таковыми из нижележащей бирьянской подсвиты зильмердакской свиты и вышележащей катавской свиты. Результат работы может иметь важное значение для изучения поведения геомагнитного поля в позднем рифее.

Ключевые слова: палеомагнетизм, Южный Урал, верхний рифей, зильмердакская свита

Благодарности: Работа выполнена в рамках Государственного задания ИГ УФИЦ РАН № FMRS-2025–0016.

Original article

THE FIRST PALEOMAGNETIC DATA FOR THE LEMEZA AND BEDERYSH SUBFORMATIONS OF THE UPPER RIPHEAN ZILMERDAK FORMATION (SOUTHERN URALS)

N. P. Parfiriev, K. N. Danukalov, I. V. Golovanova, R. U. Valieva

Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

parfirjev.nikita@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6664-4907>

danukalov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7116-0971>

golovanova@ufaras.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6015-0949>

vrushana@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9851-1666>

Для цитирования: Парфирьев Н. П., Данукалов К. Н., Голованова И. В., Валиева Р. Ю. Первые палеомагнитные данные для лемезинской и бедерышинской подсвит зильмердакской свиты верхнего рифея (Южный Урал) // Геологический вестник. 2025. № 1. С. 106–115. DOI: 10.31084/2619-0087/2025-1-7

For citation: Parfiriev N. P., Danukalov K. N., Golovanova I. V., Valieva R. U. (2025) The first paleomagnetic data for the Lemeza and Bederysh subformations of the Upper Riphean Zilmerdak Formation (Southern Urals). *Geologicheskii vestnik*. 2025. No. 1. P. 106–115. DOI: 10.31084/2619-0087/2025-1-7

© Н. П. Парфирьев, К. Н. Данукалов, И. В. Голованова, Р. Ю. Валиева, 2025

A paleomagnetic study of the rocks of the Lemeza and Bederysh subformations of the Zilmerdak Formation from a section fragment located on the Zilim River in the Bakeevo village area has been carried out. The section is represented by terrigenous, mainly red-colored rocks. The studied fragment with a thickness of ~40 m lies monocline, the average elements of occurrence are about 80°/55°. A characteristic paleomagnetic direction was obtained for the section and compared with those from the underlying Biryán Subformation of the Zilmerdak Formation and the overlying Katav Formation. The result of the work may be important for the regional geology of the Southern Urals and the study of the behavior of the geomagnetic field in the Late Riphean.

Keywords: paleomagnetism, Southern Urals, Upper Riphean, Zilmerdak Formation

Acknowledgements: The work was carried out within the framework of the State Assignment of IG UFRC RAS No. FMRS-2025–0016.

Введение

Палеомагнитное изучение верхнерифейских отложений на Южном Урале началось в середине 20-го века и активно продолжается до сих пор [Комиссарова, 1970; Данукалов Н. Ф. и др., 1982; Шипунов, 1991; Павлов, Галле, 2009; Данукалов К. Н. и др., 2020; Golovanova et al., 2023; Парфирьев и др., 2023; Голованова и др., 2024]. За это время, в особенности в последние годы, были неплохо изучены катавская и инзерская свиты верхнего рифея. Качественный палеомагнитный сигнал, незатронутые метаморфизмом породы и доступность протяженных разрезов сделали эти свиты крайне интересными и важными палеомагнитными объектами. Зильмердакская же свита, являющаяся базальной для верхнерифейской каратауской серии, упоминается в работах, посвященных вышележащей катавской свите, но внимание ей уделяется значительно меньше [Pavlov, Gallet, 2010; Данукалов К. Н. и др., 2020]. К сожалению, качество палеомагнитного сигнала, запечатленного в породах этой свиты, гораздо хуже, чем в вышележащих отложениях. Тем не менее, получение надежных палеомагнитных определений для зильмердакской свиты остается важной задачей для палеомагнетизма на Южном Урале. В первую очередь это обусловлено необходимостью получения дополнительного палеомагнитного полюса для палеоконтинента Балтика, пассивной континентальной окраиной которого являлся Южный Урал в неопротерозойское время [Kuznetsov et al., 2017]. Ранее для катавской и инзерской свит были получены достаточно надежные палеомагнитные полюса [Павлов, Галле, 2009; Golovanova et al., 2023], катавский же полюс вошел в мировую базу данных для палеоконтинента Балтика [Evans et al., 2021]. Кроме того, получение характерных палеомагнитных направлений для зильмердакской свиты и их отличие от вышележащих свит, стало бы хоть и косвенным, но аргументом в пользу первич-

ности намагниченности в породах зильмердакской и катавской свит, так как вопрос перемагничивания горных пород на Южном Урале остается острым и дискуссионным на протяжении нескольких десятилетий [Комиссарова, 1970; Данукалов Н. Ф. и др., 1982; Шипунов, 1991; Голованова и др., 2022].

Решению этих задач, как было упомянуто выше, препятствует крайне нестабильный палеомагнитный сигнал. Единственный разрез зильмердакской свиты, по которому удалось получить адекватное направление, подтвержденное тестом складки, находится в районе с. Инзер [Pavlov, Gallet, 2010]. Исследование проводилось по 73 образцам, что является неплохой статистикой, но, безусловно, требует дополнительных данных. Стоит добавить, что изученный ранее разрез представлен самой нижней бирьянской подсвитой, тогда как всего у зильмердакской свиты их четыре, общей мощностью до 3000 м. Минимальный изотопный возраст обломочного циркона из песчаников бирьянской подсвиты названной свиты составляет 964 ± 57 млн лет [Маслов и др., 2018]. Возраст вышележащей катавской свиты пока не определен, но для перекрывающей ее инзерской свиты имеется датировка в 844 ± 24 млн лет [Kuznetsov et al., 2017]. Даже при отсутствии четких временных границ накопления осадков в зильмердакское время, нет сомнений в том, что оно длилось десятки миллионов лет и всего одно палеомагнитное направление для нижней части свиты является недостаточным.

Руководствуясь необходимостью заполнить пробелы в палеомагнитных данных каратауской серии на Южном Урале сотрудниками лаборатории геофизики ИГ УФИЦ РАН во время полевого сезона 2024 г. был произведен отбор палеомагнитной коллекции образцов из разреза лемезинской и бедерышинской подсвит зильмердакской свиты, расположенного на левом берегу р. Зилим в районе с. Bakeevo (рис. 1). Результаты опробования и их сравнение с имеющимися, ранее опубликованными данными по зильмердакской и нижней части

катавской свит [Pavlov, Gallet, 2010; Golovanova et al., 2023], будут представлены далее в работе.

Краткая геологическая характеристика

Зильмердакская свита является базальной для каратауской серии верхнего рифея (рис. 2) и перекрывает авзянскую свиту юрматинской серии среднего рифея. Накопление каратауской

серии происходило при пассивном тектоническом режиме на окраине палеоконтинента Балтика [Пучков, 2010; Kuznetsov et al., 2017].

В целом зильмердакская свита представлена разномасштабными полевошпат-кварцевыми, аркозовыми, субаркозовыми, кварцевыми и полимиктовыми песчаниками и алевролитами, глинистыми сланцами, присутствуют маломощные прослои

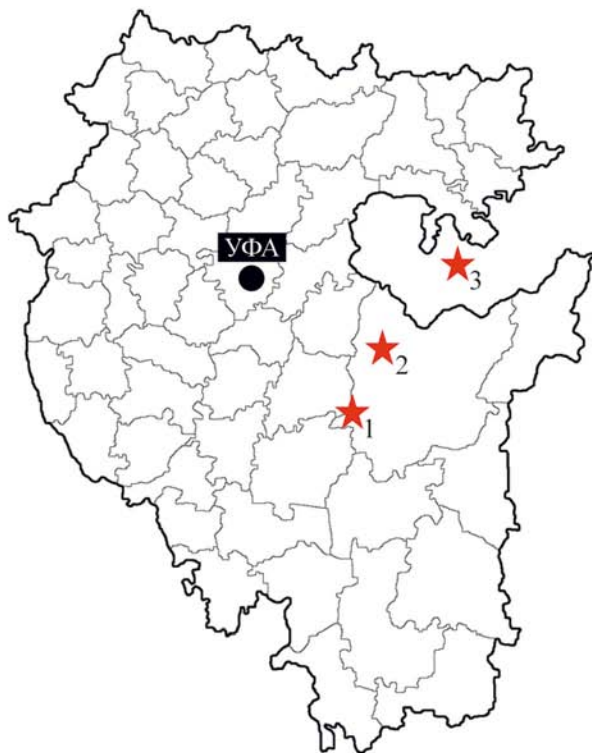


Рис. 1. Обзорная схема Башкортостана и фотографии фрагментов изученного разреза зильмердакской свиты
Условные обозначения: красными звездочками показаны изученные разрезы в районах: 1 — с. Бакеево; 2 — с. Инзер [Pavlov, Gallet, 2010]; 3 — г. Юрюзань (Челябинская область) [Golovanova et al., 2023].

Fig. 1. Overview chart of Bashkortostan and photographs of fragments of the studied section of the Zilmerdak formation
Legend: the red stars show the studied sections in the following areas: 1 — Bakeevo village; 2 — Inzer village [Pavlov and Gallet, 2010]; 3 — Yuryuzan town (Chelyabinsk Region) [Golovanova et al., 2023].

и линзы конгломератов, гравелитов, песчанистых доломитов [Сергеева, Пучков, 2022].

В состав зильмердакской свиты входит четыре подсвиты: бирьянская, нугушская, лемезинская и бедерышинская. В бирьянской подсвите преобладают песчаники полевошпат-кварцевые, аркозовые, субаркозовые и кварцевые, переходящие в гравелиты, мелкогалечные конгломераты и алевролиты аналогичного песчаникам состава; присутствуют аргиллиты и доломиты. Мощность подсвиты достигает 1400–2000 м. Нугушская подсвита сложена песчаниками кварцевыми, алевролитами кварцевыми и полевошпат-кварцевыми, аргиллитами глинистыми и алевро-глинистыми и имеет мощность около 300 м. Лемезинская подсвита представлена кварцевыми песчаниками с подчиненными прослоями алевролитов, глинистых и алевро-глинистых аргиллитов. Мощность подсвиты от 150 до 250 м. Самая верхняя бедерышинская подсвита сложена песчаниками полевошпат-кварцевыми, кварцевыми и полимиктовыми, алевролитами, аргиллитами и доломитами. Мощность подсвиты варьирует от 100 до 400 м [Сергеева, Пучков, 2022].

Опробованный фрагмента разреза расположен на левом берегу р. Зилим в 0,5 км выше устья р. Малый Шишеняк (N 53.83, E 57.07). Мощность разреза составляет ~ 230 м. Отбор проводился от незатопленной части слоя №3 до слоя №12 по [Маслов А. В. и др. 2001], мощность фрагмента ~ 60 м. Слои залегают моноκлиально, средние элементы залегания — 80°/55°. Отбирались в основном кварцевые и полевошпат-кварцевые, среднезернистые песчаники вишнево-красной и розовой окраски.

Методы лабораторных исследований

Ориентированные штуфы горных пород отбирались вручную. Всего отобрано 43 штуфа, которые были распилены на образцы кубической формы размером 2×2 см. Палеомагнитные исследования проводились по стандартной методике в лаборатории геофизики института геологии УФИЦ РАН г. Уфа. Терморазмагничивание образцов производилось в немагнитной печи TD48 (ASC Scientific, США) до 700° (18 шагов). После каждого шага остаточная намагниченность образцов измерялась на спинмагнитометре JR-6 (Agico, Чехия). Компонентный анализ производился при помощи пакета программ Р. Дж. Энкина [Enkin, 1994] и PMTools [Ефремов, Веселовский, 2023].

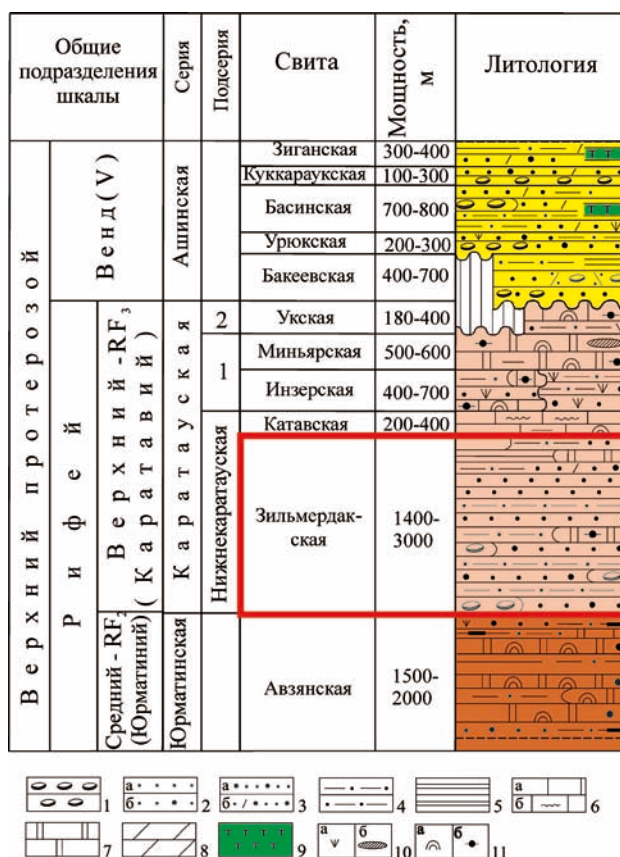


Рис. 2. Сводная литолого-стратиграфическая колонка позднего рифея и венда Башкирского мегантиклинория (Южный Урал), по [Сергеева, Дьякова, 2022]

Условные обозначения: 1 — конгломераты; 2 — песчаники кварцевые (а) и полевошпат-кварцевые (б); 3 — песчаники аркозовые (а) и полимиктовые (б); 4 — алевролиты; 5 — аргиллиты; 6 — известняки массивные (а) и «струйчатой» текстуры (б); 7 — доломиты; 8 — мергели; 9 — туфы; 10 — глауконит (а) и кремни (б), 11 — строматолиты (а) и микрофитолиты (б); красным прямоугольником выделена зильмердакская свита.

Fig. 2. Composite lithological and stratigraphic column of the Late Riphean and Vendian Bashkir Meganticlinorium (Southern Urals), according to [Sergeeva, Dyakova, 2022]

Legend: 1 — conglomerates; 2 — quartz sandstones (a) and feldspar quartz (b); 3 — arkose sandstones (a) and polymictic (b); 4 — siltstones; 5 — mudstones; 6 — massive limestones (a) and «trickle» texture (b); 7 — dolomites; 8 — marls; 9 — tuffs; 10 — glauconite (a) and silicones (b), 11 — stromatolites (a) and microphytolites (b); the Zil'merdak formation is highlighted with a red rectangle.

Результаты и обсуждение

Палеомагнитная запись в образцах шумная, но в основном векторы намагниченности выделяются. Во всех образцах присутствует низкотемпературная, вязкая компонента намагниченности, разрушающаяся при 200–250 °С, и средне-высокотемпературная компонента с температурой деблокировки 580 °С. Высокотемпературная компонента

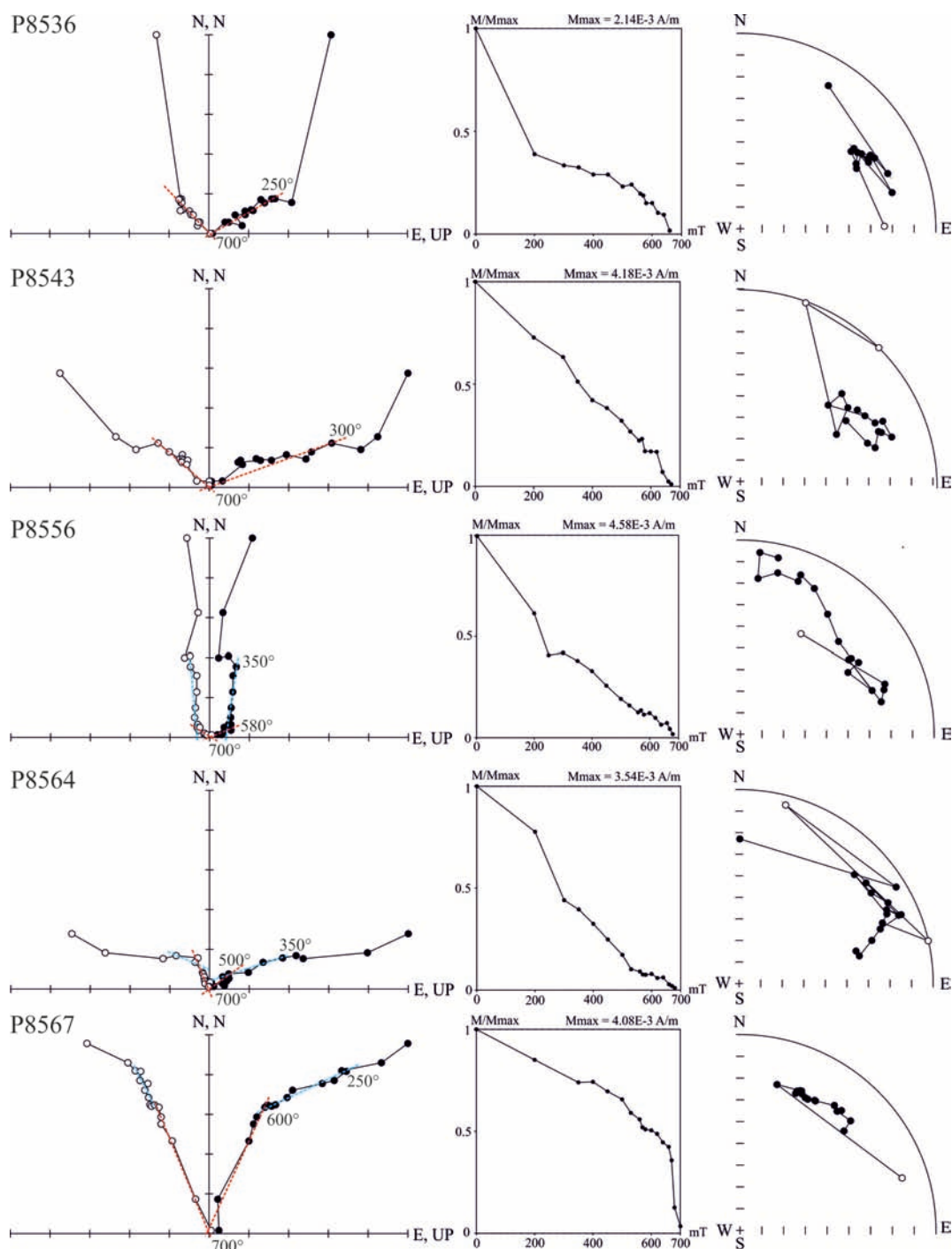


Рис. 3. Результаты терморазмагничивания некоторых образцов лемезинской и бедерышинской подсвит зильмердакской свиты в древней (стратиграфической) системе координат

Условные обозначения: залитые (незалитые) символы на диаграммах Зейдервелда — проекции вектора намагниченности на горизонтальную (вертикальную) плоскость, на стереограммах — проекции вектора намагниченности на нижнюю (верхнюю) полусферы. Температуры даны в градусах Цельсия, интенсивность намагниченности — в А/м.

Fig. 3. Results of thermal demagnetization of some samples of the Lemeza and Bederysh subformations of the Zilmerdak Formation in the ancient (stratigraphic) coordinate system

Legend: full (open) symbols in Zijderveld diagrams represent vector endpoints projected onto the horizontal (vertical) plane and projections onto the lower and upper hemispheres in stereograms. Temperatures are given in degrees Celsius. Magnetization intensities are in A/m. The blue dotted line indicates the medium — high-temperature component of magnetization isolated in the sample. The red dotted line indicates the high-temperature magnetization component (HC) isolated in the sample.

отсутствует в 9 образцах, остальные образцы полностью размагничиваются в интервале 620–700 °С. В большинстве образцов средне- и высокотемпературная компоненты намагниченности близки по направлению (рис. 3).

Из 43 изученных образцов в 16 либо выделялись аномальные направления вектора намагниченности, либо компоненты намагниченности имели большие угловые ошибки. Эти образцы

были отбракованы и в дальнейшем осреднении не участвовали. В древней системе координат векторы намагниченности 27 образцов группируются в северо-восточном секторе стереограммы. В целом векторы группируются достаточно кучно, кроме пяти выбивающихся из общей тенденции (рис. 4). Среднее палеомагнитное направление для образцов приведено в таблице 1. Кроме того в таблицу добавлены осредненные данные по об-

Таблица 1. Средние палеомагнитные направления для разрезов зильмердакской и катавской свит
Table 1. Average paleomagnetic directions for sections of the Zilmerdak and Katav formations

Разрез	n	D_g	I_g	K	α_{95}	D_s	I_s	K	α_{95}
Зильмердакская свита 1 (с. Бакеево)	27	12.3	60.1	13.6	7.8	59.2	26.7	17.3	6.9
Зильмердакская свита 2 (с. Инзер)	73	39.7	54.3	4.8	8.5	3.6	11.6	6	7.4
Катавская свита (г. Юрюзань*)	254	25.1	24.1	12.3	2.7	47.7	39.4	13	2.6

Примечания. Зильмердакская свита: (1) — лемезинская и бедерышинская подсвиты; (2) — бирьянская подсвита [Pavlov, Gallet, 2010]; * — по [Golovanova et al., 2023]; n — количество образцов; D_g — склонение в географической системе координат; I_g — наклонение в географической системе координат; D_s — склонение в стратиграфической системе координат; I_s — наклонение в стратиграфической системе координат; K — кучность; α_{95} — радиус овала доверия.

Notes. The Zilmerdak Formation: (1) — Lemeza and Bederysh subformations; (2) — Biryana Subformation [Pavlov and Gallet, 2010]; * — according to [Golovanova et al., 2023]; n is the number of samples; D_g is the declination in the geographical coordinate system; I_g is the inclination in the geographical coordinate system; D_s is the declination in the stratigraphic coordinate system; I_s is the inclination in the stratigraphic coordinate system; K is the accuracy; α_{95} is the radius of the oval of confidence.

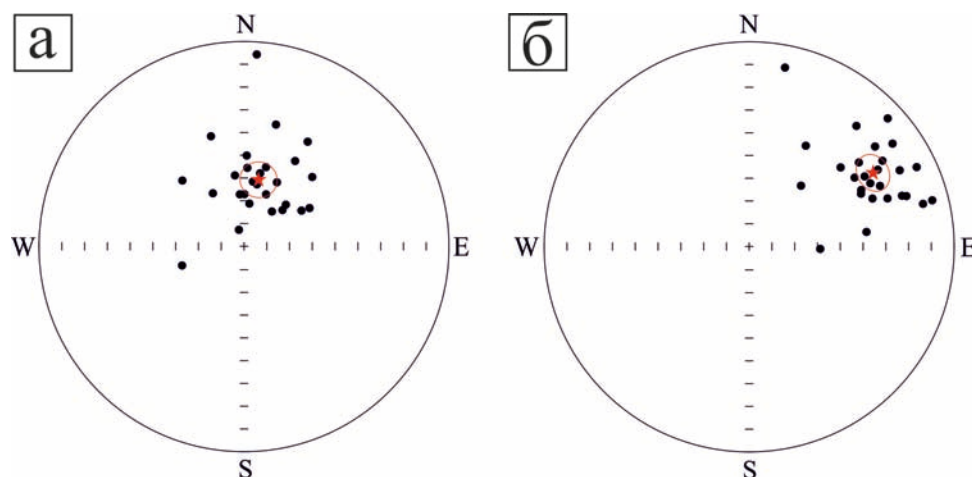


Рис. 4. Стереограммы направлений высокотемпературной компоненты намагниченности для образцов в географической (а) и стратиграфической (б) системах координат

Условные обозначения: залитые (незалитые) символы — проекции на нижнюю и верхнюю полусферы; красная звездочка — среднее направление и овал доверия.

Fig. 4. Stereograms of the directions of the high-temperature component of magnetization for samples in geographical (a) and stratigraphic (б) coordinate systems

Legend: full (open) symbols represent vector endpoints onto the lower and upper hemispheres; the red star is the average direction and the oval of confidence.

разцам из бирьянской подсвиты зильмердакской свиты (с. Инзер) [Pavlov, Gallet, 2010] и нижней части катавской свиты (г. Юрюзань) [Голованова и др., 2024]. Табличные значения визуализированы на рисунке 5.

Среднее палеомагнитное направление изученного разреза зильмердакской свиты расположено близко к направлению в нижней части перекрывающей ее катавской свиты [Golovanova et al., 2023]. Радиусы овалов доверия не превышают 10° и не пересекаются (рис. 5). Первичность намагниченности в породах катавской свиты достаточно хорошо аргументирована [Павлов, Галле, 2009; Golovanova et al., 2023; Голованова и др., 2024; Парфирьев и др., 2023], и подобное расположение двух осредненных векторов может косвенно свидетельствовать в пользу синхронности палеомагнитного сигнала как в породах изученного разреза зильмердакской свиты, так и породах катавской свиты.

На стереограмме на $\sim 50^\circ$ западнее по склонению от этих направлений расположен вектор для пород бирьянской подсвиты зильмердакской свиты из окрестностей с. Инзер [Pavlov, Gallet, 2010]. Такая значительная разница в склонении может говорить о тренде смещения палеомагнитных направлений в зильмердакской свите, который вполне вероятно мог произойти за десятки миллионов лет накопления осадка.

На разницу в склонении могли повлиять и происходившие на Урале тектонические движения [Пучков, 2010]. Ранее в районе с. Инзер были получены палеомагнитные определения для катавской свиты, которые оказались смещены относительно других разрезов катавской свиты на Южном Урале в том же направлении, что и бирьянская подсвита относительно лемезинской и бедерышинской [Павлов, Крупенин, 2008]. Весьма вероятно, что вместе с отложениями катавской свиты сместились и подстилающие породы. Однако описанное в работе В. Э. Павлова и М. Т. Крупенина смещение не превышает 15° , что, скорее всего, было бы характерно и для зильмердакской свиты. Из сказанного следует, что возможные тектонические процессы внесли небольшой вклад в смещение палеомагнитного склонения бирьянской подсвиты. Вероятно, причиной разницы в склонении являются оба описанных фактора: время и тектонические движения. Для проверки этого предположения необходимы дополнительные палеомагнитные исследования всех подсвит зильмердакской свиты на Южном Урале.

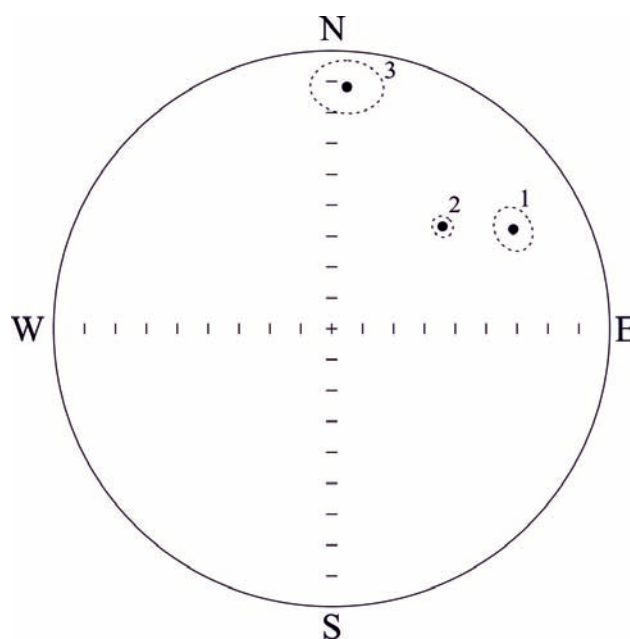


Рис. 5. Стереограмма осредненных палеомагнитных направлений

Условные обозначения: 1 — лемезинская и бедерышинская подсвиты зильмердакской свиты (с. Бакеево); 2 — нижняя часть катавской свиты (г. Юрюзань); 3 — бирьянская подсвита зильмердакской свиты (с. Инзер). Пунктирные линии вокруг точек — овалы доверия.

Fig. 5. Stereonet of the averaged paleomagnetic directions

Legend: 1 — Lemeza and Bederysh sub-formations of the Zilmerdak Formation (Bakeevo village); 2 — the lower part of the Katav Formation (Yuryuzan town); 3 — the Biryansk Subformation of the Zilmerdak Formation (Inzer village). The dotted lines around the dots are confidence ovals.

Заключение

Проведено палеомагнитное изучение пород лемезинской и бедерышинской подсвит зильмердакской свиты из фрагмента разреза, расположенного на р. Зилим в районе с. Бакеево. Получено характерное палеомагнитное направление, близкое по значению к направлению в низах катавской свиты. Сделан вывод о синхронности намагниченности образованию пород в верхних подсвитах зильмердакской свиты и катавской свите.

Большая разница в склонении между палеомагнитными направлениями бирьянской подсвиты в районе с. Инзер и направлениями для лемезинской и бедерышинской подсвит, описанными в настоящей работе, свидетельствует о возможном тренде смещения палеомагнитных направлений в зильмердакской свите. Кроме того, на смещение могли повлиять и тектонические движения. Малая статистика палеомагнитной коллекции, использо-

ванной в рамках данной работы, и отсутствие тестов надежности, не позволяют считать сделанные выводы однозначными. Получение палеомагнитного полюса для разреза так же было бы преждевременным. Однако дополнительные исследования могут подтвердить или опровергнуть выдвинутые нами предположения и внести вклад в изучение геомагнетизма на Южном Урале.

Список литературы

Голованова И. В., Данукалов К. Н., Сальманова Р. Ю. Позднепалеозойское перемагничивание — независимый индикатор протекания тектонических процессов на Южном Урале // Геологический вестник. 2022. № 2. С. 56–68. DOI: 10.31084/2619–0087/2022-2-5

Голованова И. В., Данукалов К. Н., Сальманова Р. Ю., Парфирьев Н. П. Итоги палеомагнитного изучения неопротерозойской катавской свиты на Южном Урале // Георесурсы. 2024. Т. 26. № 4. С. 116–128. DOI: 10.18599/grs. 2024.4.15

Данукалов Н. Ф., Комиссарова Р. А., Михайлов П. Н. Палеомагнетизм рифея и венда Южного Урала // Стратотип рифея. Палеонтология. Палеомагнетизм: отв. ред. Б. М. Келлер. М.: Наука, 1982. С. 121–161.

Данукалов К. Н., Голованова И. В., Сальманова Р. Ю., Парфирьев Н. П. Палеомагнитное изучение красноцветных пород верхнего рифея Южного Урала // Геологический вестник. 2020. № 3. С. 47–54. DOI: 10.31084/2619–0087/2020-3-3

Ефремов И. В., Веселовский Р. В. PMTools: новое программное обеспечение для анализа палеомагнитных данных // Физика Земли. 2023. № 5. С. 150–158. DOI: 10.31857/S0002333723050022

Комиссарова Р. А. Исследование древней намагниченности некоторых осадочных пород Южного Урала в связи с проблемой метакристаллического перемагничивания: дис. ... канд. физ.-мат. наук. М.: ИФЗ АН СССР, 1970. 140 с.

Маслов А. В., Крупенин М. Т., Гареев Э. З., Анфимов Л. В. Рифей западного склона Южного Урала (классические разрезы, седименто- и литогенез, минералогия, геологические памятники природы): в 4 т. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН. 2001. Т. 4. 103 с.

Маслов А. В., Ерохин Е. В., Гердес А., Ронкин Ю. Л., Иванов К. С. Первые результаты U-Pb LA-ICP-MS-изотопного датирования обломочных цирконов из аркозовых песчаников бирьянской подсвиты зильмердакской свиты верхнего рифея (Южный Урал) // ДАН. 2018. Т. 482. № 5. С. 558–561.

Павлов В. Э., Крупенин М. Т. Новые палеомагнитные данные по катавской свите: к вопросу о блоковом строении Башкирского антиклинория // Труды Южно-Уральского государственного природного заповедника. 2008. Т. 1. С. 178–182.

Павлов В. Э., Галле И. Известняки катавской свиты: уникальный пример перемагничивания или идеальный регистратор неопротерозойского геомагнитного поля? // Физика Земли. 2009. № 1. С. 33–43.

Парфирьев Н. П., Данукалов К. Н., Голованова И. В., Дьякова С. А. Первые результаты теста внутриформаци-

онных конгломератов в катавской свите позднего рифея (Южный Урал) // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2023. Т. 165. Кн. 4. С. 550–562. DOI: 0.26907/2542-064X. 2023.4.550–562

Пучков В. Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.

Сергеева Н. Д., Дьякова С. А. Стратотипические и опорные разрезы катавской и инзерской свит каратауской серии верхнего рифея в Инзерском синклинии (Южный Урал) // Геологический вестник. 2022. № 1. С. 94–110. DOI: 10.31084/2619–0087/2022-1-8

Сергеева Н. Д., Пучков В. Н. Региональная стратиграфическая схема отложений верхнего и завершающего Рифея и Венда Южного Урала (ПРОЕКТ 2022) // Геологический вестник. 2022. № 2. С. 3–14. DOI: 10.31084/2619–0087/2022-2-1

Шушунов С. В. Палеомагнетизм катавской свиты, Южный Урал // Физика Земли. 1991. № 5. С. 38–50.

Enkin R.J. A computer program package for analysis and presentation of paleomagnetic data. Sidney, B.C.: Pacific Geoscience Centre. Geological Survey of Canada, 1994. 16 p. http://palaeo.spb.ru/pmlibrary/pmpapers/enkin_1994.pdf

Evans D.A.D., Pesonen L.J., Eglinton B.M., Elming S.-Å., Gong Z., Li Z.-X., McCausland P.J., Meert J.G., Mertanen S., Pisarevsky S.A., Pivarunas A.F., Salminen J.M., Swanson-Hysell N., Torsvik T.H., Trindade R.I.F., Veikkolainen T., Zhang S. Chapter 19. An expanding list of reliable paleomagnetic poles for Precambrian tectonic reconstructions. In: Pesonen L.J., Salminen J., Evans D.A.D., Elming S.-Å., Veikkolainen T. (Eds), Ancient Supercontinents and the Paleogeography of Earth. Elsevier. 2021. P. 605–640. DOI: 10.1016/B978-0-12-818533-9.00007-2

Golovanova I.V., Danukalov K.N., Salmanova R.Yu., Levashova N.M., Parfiriev N.P., Sergeeva N.D., Meert J.G. Magnetic field hyperactivity during the early Neoproterozoic: A paleomagnetic and cyclostratigraphic study of the Katav Formation, southern Urals, Russia // Geoscience Frontiers. 2023. V. 14. № 4. 101558. DOI: 10.1016/j.gsf.2023.101558

Kuznetsov A.B., Bekker A., Ovchinnikova G.V., Gorokhov I.M., Vasilyeva I.M. 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. 2017. V. 298. P. 157–173. DOI: 10.1016/j.precamres.2017.06.011

Pavlov V., Gallet Y. Variations in geomagnetic reversal frequency during the Earth's middle age // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 2010. V. 11. № 1. Q01Z10. DOI: 10.1029/2009GC002583

References

Golovanova I. V., Danukalov K. N., Sal'manova R. Yu. (2022) Pozdnepaleozojskoe peremagnichivanie — nezavisimyj indikator protekaniya tektonicheskikh processov na Yuzhnom Urале [Late paleozoic remagnetisation as an independent indicator of tectonic processes in the Southern Urals]. *Geologicheskij vestnik*, (2), 56–68. (In Russian). DOI: 10.31084/2619–0087/2022-2-5

- Golovanova I. V., Danukalov K. N., Sal'manova R. Yu., Parfir'ev N. P. (2024) Itogi paleomagnitnogo izucheniya neoproterozojskoj katavskoj svity na Yuzhnom Urale. [Results of Paleomagnetic Study of the Neoproterozoic Katav Formation (Southern Urals)] // *Georesursy*, **26** (4), 116–128. (In Russian). DOI: 10.18599/grs. 2024.4.15
- Danukalov N. F., Komissarova R. A., Mikhailov P. N. (1982) Paleomagnetizm rifeya i venda Yuzhnogo Urala [Paleomagnetism of the Riphean and Vendian of the Southern Urals]. *Stratotip rifeya. Paleontologiya. Paleomagnetizm*. Keller B. M. (Ed.). Nauka, Moscow, 121–161. (In Russian).
- Danukalov K. N., Golovanova I. V., Sal'manova R. Yu., Parfir'ev N. P. (2020) Paleomagnitnoe izuchenie krasnocvetnykh porod verhnego rifeya Yuzhnogo Urala [Paleomagnetic study of red-colored rocks of the Upper Riphean in the Southern Urals]. *Geologicheskii vestnik*, (3), 47–54. (In Russian). DOI: 10.31084/2619–0087/2020-3-3
- Efremov I. V., Veselovskiy R. V. (2023) PMTools: novoye programmnoye obespecheniye dlya analiza paleomagnitnykh dannykh. [PMTools: New application for paleomagnetic data analysis]. *Fizika Zemli*, (5), 150–158. (In Russian). DOI: 10.31857/S0002333723050022
- Komissarova R. A. (1970) *Issledovanie drevnei namagnichennosti nekotorykh osadochnykh porod Yuzhnogo Urala v svyazi s problemoi metakhronnogo peremagnichivaniya. Dis. cand. fi z. mat. nauk* [Study of the ancient magnetization of some sedimentary rocks of the Southern Urals in connection with the problem of metachronous magnetization reversal. Cand. phys.-mat. sci. dis.]. Moscow, IFZ AN SSSR, 140 p. (In Russian).
- Maslov A. V., Krupenin, M. T., Gareev, E. Z., Anfimov, L. V. (2001) Rifej zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala (klasicheskie razrezy, sedimento- i litogenez, minerageniya, geologicheskie pamyatniki prirody) [The Riphean of the Southern Urals western flank (key sections, sedimentoand lithogenesis, mineralization, natural geologic monuments)]. *Yekaterinburg: Institute Geology and Geochemistry*, **4**, 134 p. (In Russian).
- Maslov A. V., Erohin E. V., Gerdes A., Ronkin Yu. L., Ivanov K. S. (2018) Pervye rezul'taty U-Pb LA-ICP-MS izotopnogo datirovaniya oblomochnykh cirkonov iz arkozovykh peschanikov bir'yanskoj podsvity zil'merdakskoj svity verhnego rifeya (Yuzhnyj Ural) [The first results of U-Pb LA-ICP-MS isotope dating of elastic zircons from arkose sandstones of the Biryán sub-formation of the Zilmerdak formation of the Upper Riphean (Southern Urals)]. *DAN*, **482** (5), 558–561. (In Russian).
- Pavlov V. E., Krupenin M. T. (2008) Novye paleomagnitnye dannye po katavskoj svite: k voprosu o blokovom stroenii Bashkirskogo antiklinoriya [New paleomagnetic data on the Katava Formation: on the block structure of the Bashkir anticlinorium]. *Trudy Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika*, (1), 178–182. (In Russian).
- Parfiriev N. P., Danukalov K. N., Golovanova I. V., Dyakova S. A. (2023) Pervye rezul'taty testa vnutriformatsionnykh konglomeratov v katavskoj svite pozdnego rifeya (Yuzhnyj Ural) [First results of the intraformational conglomerate test of the Late Riphean Katav Formation (Southern Urals)]. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, **165** (4), 550–562. (In Russian). DOI: 10.26907/2542-064X. 2023.4.550–562
- Pavlov V. E., Galle I. (2009) Izvestnyaki katavskoj svity: unikal'nyj primer peremagnichivaniya ili ideal'nyj registrator neoproterozojского geomagnitnogo polya? [Katav limestones: a unique example of remagnetization or an ideal recorder of the Neoproterozoic geomagnetic field?]. *Fizika Zemli — Izvestiya. Physics of the Solid Earth*, (1), 33–43. (In Russian).
- Puchkov V. N. (2010) Geologiya Urala i Priural'ya (aktual'nyye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii) [Geology of the Urals and Cis-Urals (actual problems of stratigraphy, tectonics/geodynamics and metallogeny)]. DesignPoligraphService. Ufa. 280 p. (In Russian).
- Sergeeva N. D., D'yakova S. A. (2022) Stratotipicheskie i opornye razrezy katavskoj i inzerskoj svit karatauskoj serii verhnego rifeya v Inzerskom sinklinorii (Yuzhnyj Ural) [Stratotype and reference sections of the Katav and Inzer Formation the Karatau Group of the Upper Riphean in the Inzer synclinorium (Southern Urals)]. *Geologicheskij vestnik*, (1), 94–110. (In Russian). DOI: 10.31084/2619–0087/2022-1-8
- Sergeeva N. D., Puchkov V. N. (2022) Regional'naya stratigraficheskaya skhema otlozhenij verhnego i zavershayushchego Rifeya i Venda Yuzhnogo Urala (PROEKT 2022) [Regional stratigraphic scheme of the upper and final rhiphean and vendian deposits of the Southern Urals (Project 2022)]. *Geologicheskij vestnik*, (2), 3–14. (In Russian). DOI: 10.31084/2619–0087/2022-2-1
- Shipunov S. V. (1991) Paleomagnetizm katavskoj svity, Yuzhnyj Ural [Paleomagnetism Katav Formation, Southern Urals]. *Fizika Zemli — Izvestiya. Physics of the Solid Earth*, (5), 38–50. (In Russian).
- Enkin R. J. (1994) A computer program package for analysis and presentation of paleomagnetic data. Sidney, B. C.: Pacific Geoscience Centre. Geological Survey of Canada, 16 p.
- Evans D. A. D., Pesonen L. J., Eglinton B. M., Elming S.-Å., Gong Z., Li Z.-X., McCausland P. J., Meert J. G., Mertanen S., Pisarevsky S. A., Pivarunas A. F., Salminen J. M., Swanson-Hysell N., Torsvik T. H., Trindade R. I. F., Veikkolainen T., Zhang S. (2021) Chapter 19. An expanding list of reliable paleomagnetic poles for Precambrian tectonic reconstructions. In: Pesonen L. J., Salminen J., Evans D. A. D., Elming S.-Å., Veikkolainen T. (Eds.), *Ancient Supercontinents and the Paleogeography of Earth*. Elsevier, 605–640. DOI: 10.1016/B978-0-12-818533-9.00007–2
- Golovanova I. V., Danukalov K. N., Salmanova R. Yu., Levashova N. M., Parfiriev N. P., Sergeeva N. D., Meert J. G. (2023) Magnetic field hyperactivity during the early Neoproterozoic: A paleomagnetic and cyclostratigraphic study of the Katav Formation, southern Urals, Russia. *Geoscience Frontiers*, **14** (4), 101558. DOI: 10.1016/j. gsf. 2023.101558
- Kuznetsov A. B., Bekker A., Ovchinnikova G. V., Gorokhov I. M., Vasilyeva I. M. (2017) Unradiogenic strontium and moderate-amplitude carbon isotope variations in early Tonian seawater after the assembly of Rodinia and before the Bitter Springs Excursion. *Precamb. Res.*, **298**, 157–173. DOI: 10.1016/j. precamres. 2017.06.011
- Pavlov V., Gallet Y. (2010) Variations in geomagnetic reversal frequency during the Earth's middle age. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **11** (1), Q01Z10. DOI: 10.1029/2009GC002583

Сведения об авторах:

Парфирьев Никита Петрович. Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. parfirjev.nikita@yandex.ru

Данукалов Константин Николаевич. Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. danukalov@mail.ru

Голованова Инесса Владимировна, доктор физико-математических наук. Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. golovanova@ufaras.ru

Валиева Рушания Юрисовна, кандидат физико-математических наук. Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. vrushana@mail.ru

About the authors:

Parfiriev Nikita Petrovich, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. parfirjev.nikita@yandex.ru

Danukalov Konstantin Nikolaevich, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. danukalov@mail.ru

Golovanova Inessa Vladimirovna, Dr. Sci. (Physics and Mathematics), Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. golovanova@ufaras.ru

Valieva Raushaniya Yurisoyna, Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. vrushana@mail.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 07.02.2025; одобрена после рецензирования 10.02.2025; принята к публикации 03.03.2025.

The article was submitted 07.02.2025; approved after reviewing 10.02.2025; accepted for publication 03.03.2025.