



<https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-3-35-46>
УДК 552.54



КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ РИФЕЯ ЗАПАДНОГО ОБРАМЛЕНИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ (НА ПРИМЕРЕ АЛАДЬИНСКОЙ СВИТЫ)

Е.С. НОСКОВА^{1,*}, Г.В. АГАФОНОВА^{1,2}

¹ ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»
36, шоссе Энтузиастов, г. Москва 105118, Россия

² ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»
23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117997, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Получены новые данные по строению разрезов аладьинской свиты среднего рифея Каменской подзоны Енисейского кряжа (р. Иркинеева), указывающие на тектоническую природу брекчированных и полосчатых разностей доломитов, с которыми связаны зоны развития кавернозности — перспективные объекты для нефтегазопромысловых работ.

Цель. Обоснование тектонической природы и структурной приуроченности зон развития кавернозности в доломитах аладьинской свиты.

Материалы и методы. Детально изучены разрезы карбонатов аладьинской свиты вдоль р. Иркинеева, отобраны образцы и проведено лабораторное изучение пород, включающее: определение фазового состава пород рентгено-дифрактометрическим методом (ARL X'TRA), изучение образцов в шлифах (Leica DMLP) и на сканирующем микроскопе (TESCAN VEGA 3 LMN). Изучены и классифицированы кинематические индикаторы и обоснована модель формирования текстур в карбонатных породах.

Результаты. Проведено детальное послыное описание разреза, проиллюстрированное разномасштабными фотографиями; выявлены, охарактеризованы и систематизированы кинематические индикаторы указанных пород с привязкой к разрезу. Сделан вывод о генетической связи доломитовых брекчий, полосчатых доломитов и зон развития кавернозности с локальным надвигом, зафиксированным в основании разреза.

Заключение. Обоснованы тектоническая природа брекчированных и полосчатых доломитов аладьинской свиты и структурный контроль зон развития кавернозности. Принята модель формирования текстур в тонкослоистых карбонатах в условиях продольного сжатия.

Ключевые слова: карбонатные брекчии, рифейские отложения, аладьинская свита, кинематические индикаторы, Сибирская платформа

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование проводилось в рамках работы ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт».

Для цитирования: Носкова Е.С., Агафонова Г.В. Кинематические индикаторы в карбонатных породах рифея западного обрамления Сибирской платформы (на примере Аладьинской свиты). *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2022;64(3):35—46. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-3-35-46>

Статья поступила в редакцию 09.03.2022

Принята к публикации 23.09.2022

Опубликована 17.10.2022

* Автор, ответственный за переписку

KINEMATIC INDICATORS IN RIPHEAN CARBONATE ROCKS OF THE SIBERIAN PLATFORM WESTERN FRAMING (ON THE EXAMPLE OF THE ALAD'INSKAYA FORMATION)

EKATERINA S. NOSKOVA^{1,*}, GALINA V. AGAFONOVA^{1,2}

¹ All-Russian Scientific Research Geological Oil Institute
36, Highway Enthusiasts, Moscow 105118, Russia

² Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117485, Russia

ABSTRACT

Introduction. New data on the structure of sections of the Middle Riphean Alad'inskaya Formation at the Kamenskaya subzone of the Yenisei Range (r. Irkineeva) were obtained. These sections indicate the tectonic nature of brecciated and banded dolomite varieties with the associated areas of cavern development, representing promising objects of oil and gas exploration works.

Aim. To substantiate the tectonic nature and structural confinement of cavern development areas in dolomites of the Alad'inskaya Formation.

Materials and methods. The sections of Alad'inskaya Formation carbonates, located along the Irkineeva river, were studied, including determination of the sample phase composition by the X-ray diffraction method (ARL X'TRA) and examination of samples in sections (Leica DMLR) and by a scanning electron microscope (TESCAN VEGA 3 LMH). Kinematic indicators were studied and classified; a model of structural formation in carbonate rocks was substantiated.

Results. A detailed layer-wise description of the studied section, illustrated by various-scale images, was carried out. The kinematic indicators of specified rocks with a reference to a particular section were revealed, described and systematized. A conclusion is made about the genetic association of dolomite breccia, banded dolomites, and cavern development areas with a local thrust, observed at the base of the studied section.

Conclusion. The tectonic nature of brecciated and banded dolomites of the Alad'inskaya Formation and the structural control of cavern development areas are substantiated. As a result, the model of structural formation in lamellar carbonates under longitudinal compression is verified.

Keywords: carbonate breccia, Riphean deposits, Alad'inskaya Formation, kinematic indicators, Siberian platform

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Financing: the study was carried out as part of the work of the Federal State Budgetary Institution "VNIGNI"

For citation: Noskova E., Agafonova G. Kinematic indicators in Riphean carbonate rocks of the Siberian Platform Western framing (on the example of the Alad'inskaya Formation). *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2022;64(3):35—46. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-3-35-46>

Manuscript received 09 March 2022

Accepted 23 September 2022

Published 17 October 2022

* Corresponding author

Нефтегазоносность карбонатных толщ рифея запада Сибирской платформы подтверждена открытием месторождений нефти и газа, в том числе — крупнейших по запасам углеводородов. Сложное строение древних многократно дислоцированных толщ, слабая обнаженность в пределах

платформы требуют комплексного подхода, включающего изучение обрамления платформы.

Рифейским отложениям Енисейского кряжа, одного из опорных районов развития древних свит, посвящены многие работы ([1–9] и др.) Авторами статьи в пределах западного обрамления

платформы изучены представительные выходы аладьинской свиты среднего рифея протяженностью более 200 м, выявлены особенности распределения зон с повышенной кавернозностью и их связь с локальными дислокациями (рис. 1). Рассмотрены литологические типы пород аладьинской свиты. Выявлены и систематизированы кинематические индикаторы геодинамических условий преобразования пород, широко развитые в строматолитовых доломитах и в доломитовых брекчиях, которые часто связаны между собой постепенными переходами [11]. Особое внимание уделено изучению зон развития кавернозности, показан их тектонический контроль.

Геологическое строение

Енисейский кряж представляет собой складчато-надвиговое сооружение на западной окраине Сибирской платформы, в пределах которого на дневную поверхность выходят мощные, порядка 10—12 км, преимущественно карбонатные толщи рифея, объединенные в сухопитскую, тунгусикскую и ослянскую серии.

Аладьинская свита завершает разрез сухопитской серии среднего рифея. По существующим представлениям ([3, 7, 9] и др.) карбонатные породы аладьинской свиты сопоставляются с юрубченской свитой рифея внутренних районов Сибирской платформы, с которой связаны значительные перспективы нефтегазоносности региона. Породы свиты развиты в пределах Иркинеевского выступа

(т. 1—3 на рис. 1 и 2), Ангаро-Питского синклинория (т. 4—10), в юго-восточной части Татарского антиклинория, в бассейне верхнего и среднего течения р. Большой Пит (т. 11—14), р. Большой Черной [5]. В самых восточных разрезах аладьинская свита (т. 1—3) представлена доломитами серыми, светло-серыми мелкокристаллическими, нередко брекчированными, в нижней части обладающими тонкой полосчатостью, часто с неравномерно распределенными жилками белого доломита. Верхняя часть свиты сложена доломитами светло-серыми, иногда розоватыми и блекло-сиреневыми мелкокристаллическими, сахаровидными не яснополосчатыми, толсто слоистыми и массивными. Западнее, в нижнем течении р. Ангары (т. 5—8, рис. 2), среди доломитов появляются пачки черных глинистых сланцев (до 100—130 м), линзы и прослои черных кремней (до 15 см). Мощность свиты увеличивается до 700—800 м. К северу, в бассейне р. Талой и Киргитя (т. 9, рис. 2) и в верховьях р. Каменки (т. 10, рис. 2) в составе свиты кроме доломитов появляются известняки с пластовыми и секущими прожилками, со штокверками кристаллического доломита и магнетита, местами с тальком. Еще севернее, вдоль западного крыла Ангаро-Питского синклинория, в верховьях рч. Шарыповского, в составе свиты существенную роль приобретают доломиты темно-серые и черные, среди которых появляются черные известняки, мощность свиты уменьшается до 200—250 м [5].

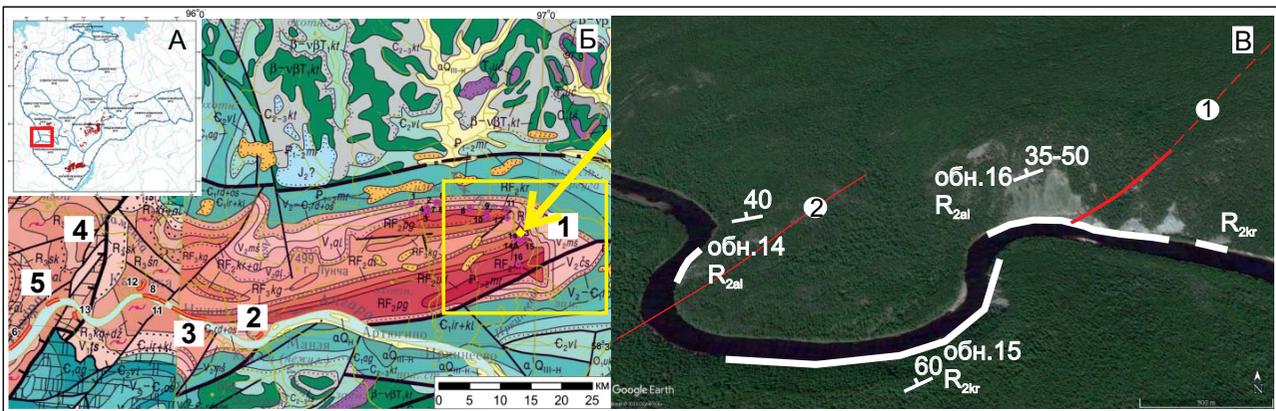


Рис. 1. Район работ. Обзорная карта (А). Фрагмент геологической карты района работ (Б); 1—5 — номера разрезов аладьинской свиты; желтый контур — участок работ, стрелка — обнажение. Фрагмент космоснимка с обнажениями аладьинской свиты (14 и 16) и свиты карточки (15) (В); разломы: 1 — надвиг в основании тектонических брекчий обн. 16, 2 — сдвиг, ограничивающий обн. 14

Fig. 1. Work area. Overview map (A). Fragment of the geological map of the work area (B); 1—5 — numbers of sections of the Aladinskaya Formation; yellow outline — work area, arrow — outcrop. Fragment of a satellite image showing outcrops of the Aladinskaya Formation (14 and 16) and the Kartochka Formation (15) (B); faults: 1 — thrust at the base of tectonic breccias outcrop. 16, 2 — shift limiting exposure 14

ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

В бассейне р. Удерея и Большого Пита (т. 11, 13, рис. 2) выделяется толща темных известняков мощностью около 200 м. У устья р. Оявол залегают типичные для аладынской свиты доломиты серые, темно-серые и черные мелкокристаллические, массивные. Породы обычно полосчатые и в нижней части разреза содержат мелкие пластовые и секущие линзочки, а также жилки доломита белого мелкокристаллического. В западных районах, в нижнем течении р. Большой Пит, породы свиты

замещаются сланцами, не отличимыми от лежащих выше, и аладынская свита здесь не выделяется (т. 12, рис. 2). В северном и северо-западном направлениях доломиты свиты переходят в доломитизированные, местами чистые известняки.

Породы свиты залегают согласно, без следов размыва, на тонкоплитчатых известняках свиты карточки. Граница проводится по смене известняков пестро окрашенных глинистых доломитами серыми, темно-серыми. Сверху доломиты аладынской

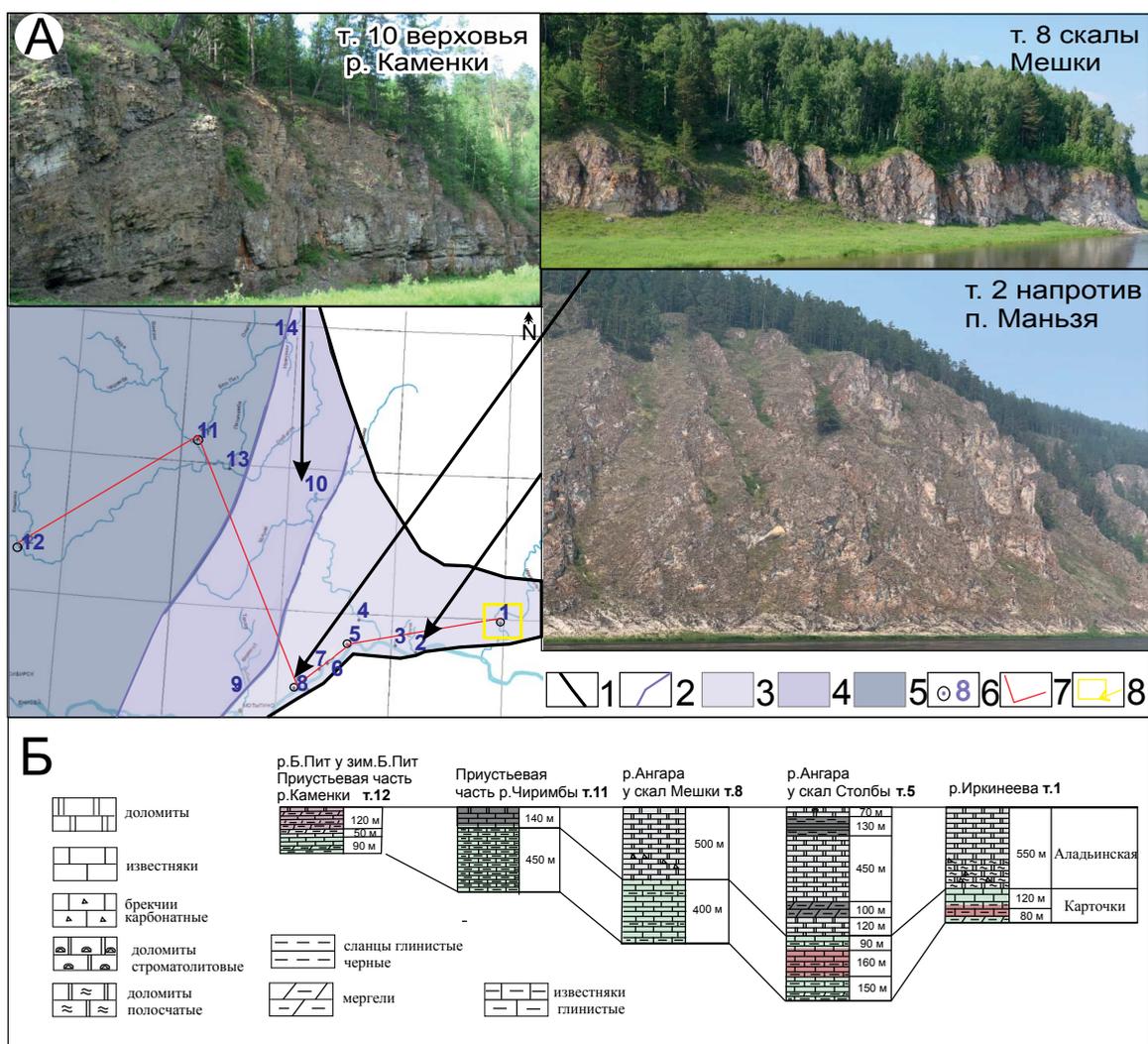


Рис. 2. Схема фациальных зон аладынской свиты с линией профиля и иллюстрациями типовых обнажений (А). Профиль разрезов аладынской и свиты карточка через Енисейский кряж (Б).

Границы: 1 — Енисейского кряжа; 2 — фациальных зон аладынской свиты; породы: 3 — преимущественно доломиты, 4 — доломиты с прослоями аргиллитов, 5 — глинисто-карбонатного состава с отдельными пачками известняков; 6 — точки типовых разрезов аладынской свиты; 7 — линия разреза; 8 — участок работ

Fig. 2. Scheme of facies zones of the Aladinskaya Formation with a profile line and illustrations of typical outcrops (A). Profile of sections of the Aladinskaya and Kartochka Formations across the Yenisei Ridge (B).

Borders: 1 — Yenisei Ridge; 2 — facies zones of the Aladinskaya Formation; rocks: 3 — predominantly dolomites; 4 — dolomites with mudstone interbeds; 5 — clay-carbonate composition with individual limestone packs; 6 — points of typical sections of the Aladinskaya Formation; 7 — section line; 8 — work site

свиты перекрываются с несогласием глинистыми и алевритисто-глинистыми толщами красногорской свиты тунгусикской серии. Мощность аладынской свиты изменяется от 500 м в бассейне р. Иркинеева до 800 м в районе скалы Потоскуйский Бык (рис. 2). Северные разрезы сокращаются до 150—200 м.

В статье рассматриваются разрезы аладынской свиты восточного типа, представленные доломитами от темно-серых часто полосчатых до светло-серых сахаровидных с прослоями и линзами брекчированных доломитов мощностью до 25 м. Породы нарушены многочисленными минерализованны-

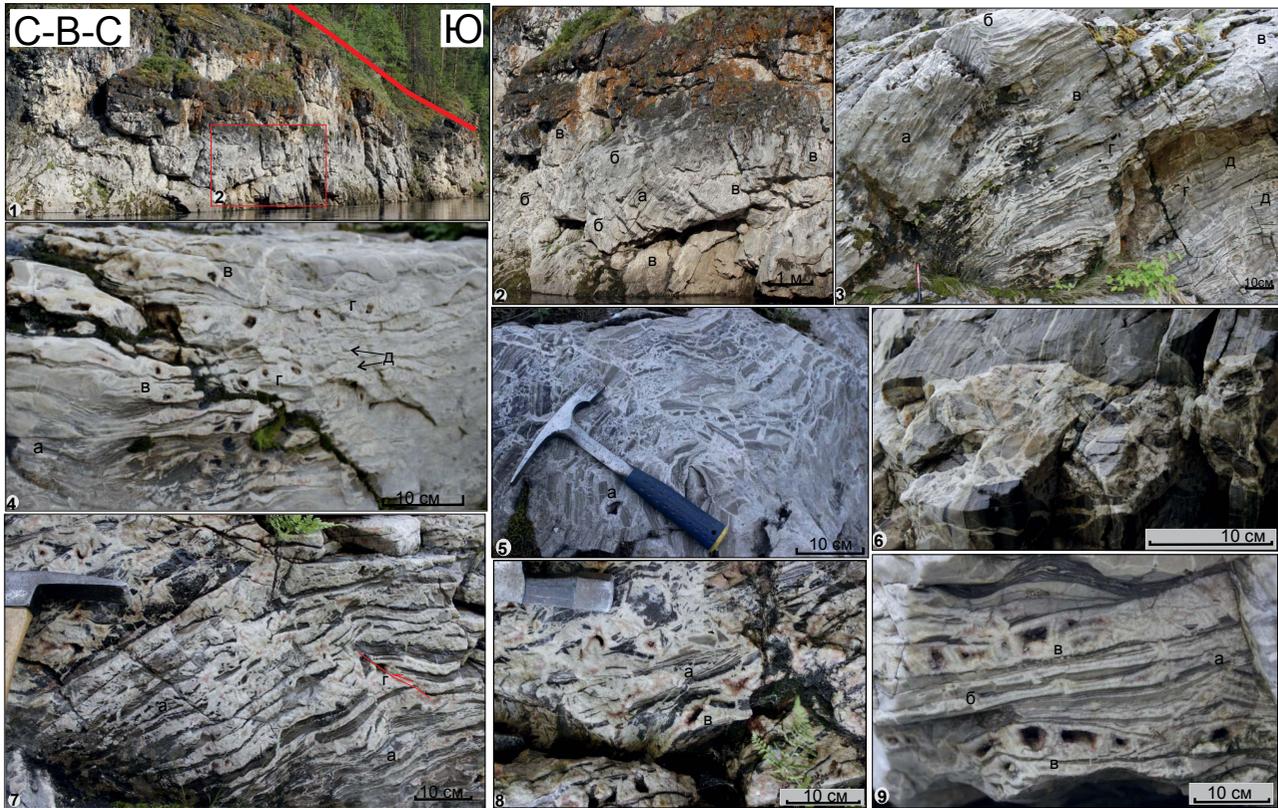


Рис. 3. Обнажение 14, аладынская свита, левый берег р. Иркинеева. 1, 2 — южное окончание обнажения, чередование блоков полосчатых (а) и брекчированных (б) доломитов и промежуточных разновидностей (в); 3, 4 — полосчатые доломиты вблизи участков локального изгибания пластов. Полосчатость проявлена фрагментарно, отмечены как плавные переходы, так и резкие границы между полосчатыми доломитами и брекчированными; наблюдается постепенное появление полосчатых разновидностей (г), взламывание прослоев при локальном изгибании (д), единичные каверны (е); вращение при послойном перемещении формирует: последовательно расположенные каверны (ж), и т.н. элементы «домино» (з); 5, 6 — преимущественно брекчированные разновидности доломитов; полосчатость практически не сохранилась, яснокристаллический доломит жил является матриком, в котором располагаются с различной степенью упорядоченности взломанные прослои доломита микритового, единичные каверны (и); 7, 8, 9 — участки зарождения антиаксиальных жил; плавное загибание и сплющивание литокластов (к); дробление и вращение — зарождение т.н. элементов «домино» (л); каверны правильной геометрической формы в линзах и прослоях карбонатных жил; прямоугольные, треугольные формы каверн (м); слепые обратные взбросы (н)

Fig. 3. Outcrop 14, Aladinskaya Formation, left bank of the r. Irkineeva. 1, 2 — southern end of the outcrop, alternating blocks of banded (a) and brecciated (b) dolomites and intermediate varieties (v); 3, 4 — banded dolomites near areas of local bed bending. The banding is fragmentary; both smooth transitions and sharp boundaries between banded and brecciated dolomites are noted; there is a gradual appearance of banded differences (g), cracking of interlayers during local bending (d), single caverns (e); rotation during layer-by-layer movement forms: sequentially located caverns (z), and the so-called domino elements (z); 5, 6 — predominantly brecciated dolomite varieties; banding is practically not preserved, clear-crystalline dolomite veins is a matrix in which cracked interlayers of micritic dolomite, single caverns (u) are located with varying degrees of order; 7, 8, 9 — sites of origin of anti-axial veins; smooth bending and flattening of lithoclasts (k); crushing and rotation — the birth of the so-called domino elements (l); caverns of regular geometric shapes in lenses and interbeds of carbonate veins; rectangular, triangular caverns (m); blind reverse faults (n)

ми трещинами, согласными слоистости и секущими ее. Ранее исследователями отмечалось широкое развитие осадочных доломитовых брекчий двух разновидностей: сингенетических брекчий взламывания и брекчий обрушения [10]. Текстуры особенности свиты традиционно рассматривались как седиментационные, сформированные в процессе осадконакопления, что использовалось для фациального анализа региона.

Результаты исследований

Район исследований на обзорной схеме обозначен желтым контуром и т. 1 (рис. 1, 2). Обнажения аладьинской свиты (обн. 14 и 16, рис. 1В) на левом берегу р. Иркинеева при анализе космоснимков увязываются в единую зону дислокаций, приуроченную к региональному разлому.

Обнажение 14 на левом берегу р. Иркинеева имеет протяженность около 60 м, сложено преимущественно доломитовыми брекчиями, с участками полосчатых доломитов (рис. 3).

Полосчатые разности представлены чередованием тонких прослоев доломитов серых мелкокристаллических и жилами доломитовыми, часто крупно-грубокристаллическими, залегающими согласно слоистости, протягивающимися на десятки метров при толщине менее сантиметра, иногда до 2—3 см (рис. 3, фото 3, 4, 7). Брекчии и полосчатые разности чередуются в разрезе обнажения 14, составляют смежные сегменты различного размера — от сантиметров до десятков метров, иногда связаны постепенными переходами с пластичным изгибанием прослоев доломита микрокристаллического, часто границы резкие (рис. 3, фото 2, 5, 6). Отмечены слепые надвиги в результате обратного разрушения жилы во время изгибания складки (рис. 3, фото 7). Широко развиты участки кавернозности и единичные каверны — часто правильной треугольной и прямоугольной формы (рис. 3, фото 4, 5, 8, 9).

Полосчатые разности в обнажении 14 наблюдаются, как правило, около участков изгибания пластов, классифицированы как синтаксиальные жилы (рис. 3, фото 3, 4). Гораздо шире они представлены в обнажении 16 (рис. 5, 6). В некоторых работах подобные образования обозначаются как «bedding-parallel veins» [13].

Возникновение таких жил связывается с контрастными механическими свойствами пород в случае малых сил сцепления между слоями и геодинамическими обстановками продольного сжатия (рис. 4). В слоистых объемах — в нашем случае первичная

порода пластовые строматолитовые доломиты — при воздействии вдоль слоистости сначала происходит укорочение объема, затем потеря устойчивости при активно развитом межслоевом проскальзывании. Наряду с трансляционным скольжением синтетектоническая рекристаллизация является важным механизмом пластического деформирования. Эти механизмы дополняют, активизируют друг друга и обычно протекают совместно. Результат — развитые вдоль плоскостей напластования жилы. При последующем изгибе слоев образуются полости, происходит формирование антитаксиальных жил с элементами вращения (рис. 4). К этим участкам приурочены зоны развития повышенной кавернозности.

Обнажение 16 на левом берегу реки протягивается более чем на 400 м (рис. 5). Представлено доломитами, преимущественно полосчатыми разностями с прослоями и линзами доломитовых брекчий, неравномерно кавернозными. В нижней части разреза (северо-восточная часть обнажения) встречена зона брекчированных пород (А—Г на рис. 5, 6), ограниченная снизу согласным слоистости надвигом (ЗН на рис. 5). Ранее этот уровень обозначался как граница аладьинской и свиты карточки. Выполненные работы показали, что зона надвига (ЗН) находится внутри аладьинской свиты. Выше надвига свита сложена брекчиями различного типа и перекрывающимися их полосчатыми

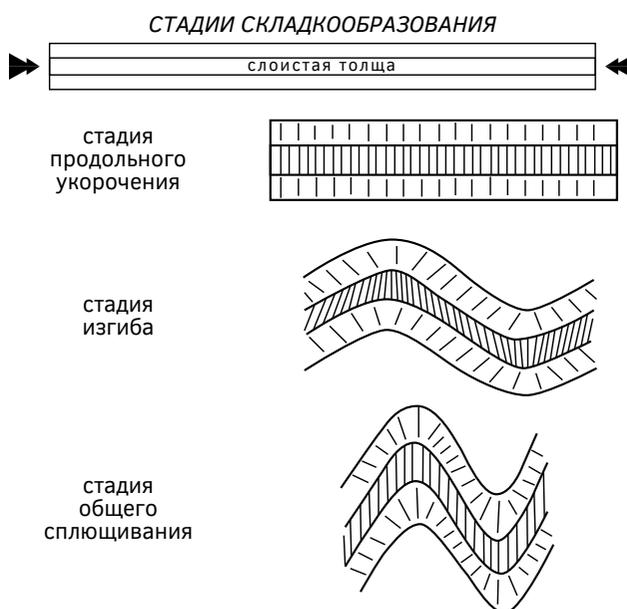


Рис. 4. Стадийность формирования складок в слоистых объемах (Талицкий, 1989)
Fig. 4. Staged formation of folds in layered volumes (Talitsky, 1989)

доломитами (Д на рис. 5, 6) общей мощностью более 200 м. С удалением от разлома в строении брекчий отмечается зональность в изменении пород, показанная на рисунках 5 и 6.

Ниже надвига залегают доломиты серые микрозернистые, среднеплитчатые, неотчетливо тонко волнисто слоистые, слабо измененные тектоническими процессами, в шлифах наблюдается микросланцеватость (4 на рис. 6), с прослоями и линзами кремней до 2—3 см в верхней части и жилами кальцита мощностью первые сантиметры (пачка 1 на рис. 5, тип 1 на рис. 6). Мощность пачки более 50 м.

Выше надвига наблюдается толща, представленная карбонатным тектоническим меланжем мощностью 60—80 м. В основании располагаются прослои карбонатных брекчий различного типа снизу вверх (А—Г на рисунке 5, типы 2—5 на рисунке 6):

А — доломитовая брекчия серая, местами красноватая, рассыпчатая, с обломками размером первые сантиметры, не испытывавшими смещения. Беспорядочные притертые трещины расположены хаотично; поверхность трещин извилистая (5 на рисунке 6), плотность около 50 на 1 метр; трещины более высокого ранга разделяют линзовидные микроблоки мощностью 0,2—0,4 м (3 на рисунке 6). Ортогональные слоистости стилолитовые швы (4 на рисунке 6). Мощность 0,4 м;

Б — доломитовая брекчия серая, местами красноватая, связанная, среднеплитчатая, крепкая, с обломками доломитов серых микрозернистых не окатанных (6 на рисунке 6). Выделены три системы трещин: согласные поверхности надвига и две ортогональные системы трещин с ровной, слабо волнистой поверхностью. Мощность 25—30 см;

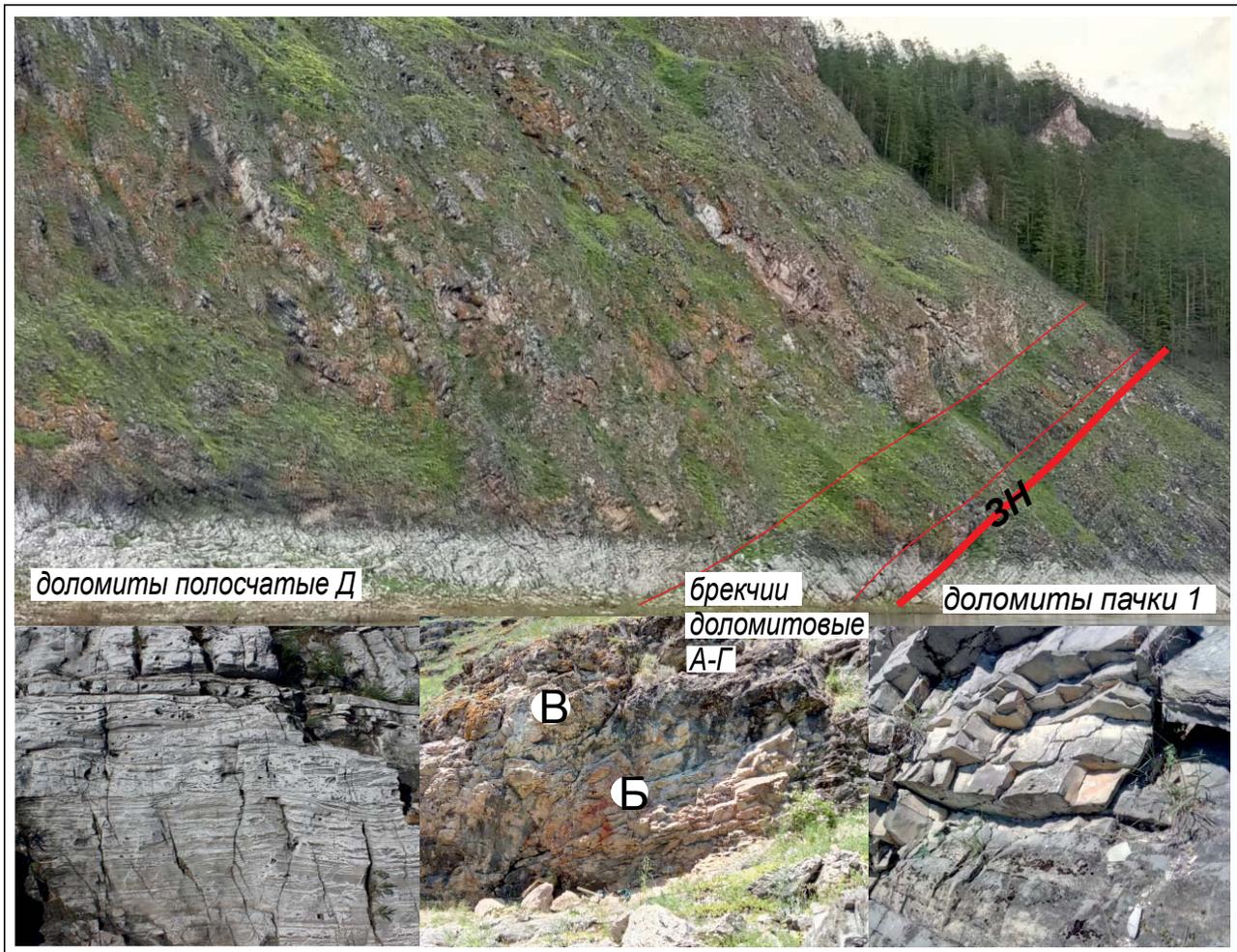


Рис. 5. Обнажение 16 (северо-восточная часть), аладынская свита. Пояснения в тексте

Fig. 5. Outcrop 16 (northeastern part), Aladinskaya Formation. Explanations in the text

Ниже надвига. Тип 1. Доломиты пачки 1 — известковые средне-толстоплитчатые пелитоморфно-микроструктурные неотчетливо тонковолнисто-слоистые с пленками буроватого органико-минерального вещества по плоскостям наложения



Выше надвига. Тип 2. Доломитовая брекчия несвязная, А на рис. 5



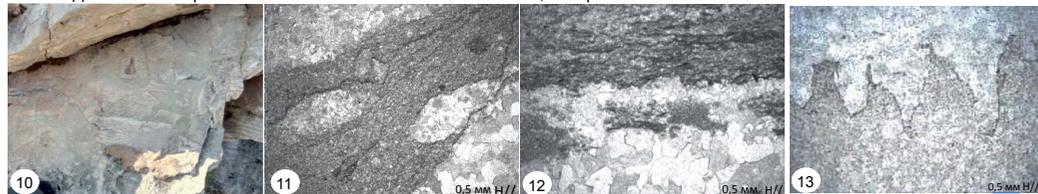
Тип 3. Доломитовая брекчия связанная среднеплитчатая, Б на рис. 5



Тип 4. Доломитовая брекчия связанная массивная, В на рис. 5



Тип 5. Доломитовая брекчия связанная комковатая неяснослоистая, Г на рис. 5



Тип 6. Доломиты серые с многочисленными жилами доломитовыми по напластованию (**полосчатые**) и секущими

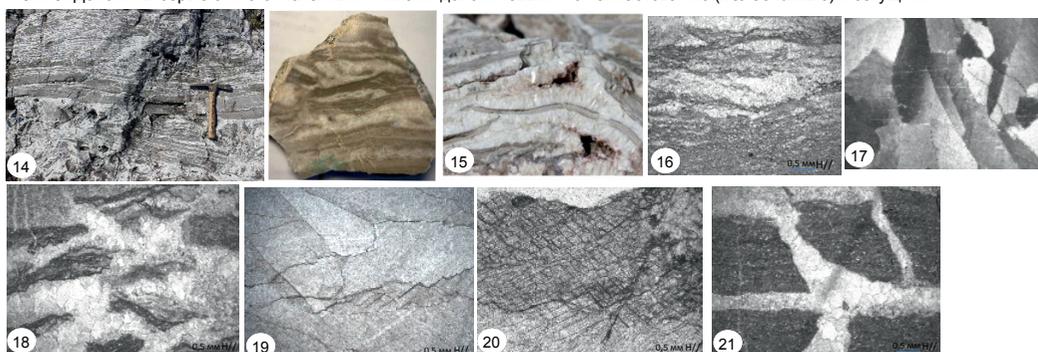


Рис. 6. Тектоническая преобразованность доломитов аладьинской свиты в зоне влияния надвига. Тип 1 — доломиты пачки 1 под надвигом; 2—5 — доломитовые брекчии над надвигом (А—Г); 6 — доломиты полосчатые над зоной брекчирования (Д)

Fig. 6. Tectonic transformation of the dolomites of the Aladinskaya Formation in the thrust zone. Type 1 — dolomites of pack 1 under thrust; 2—5, dolomitic breccias over thrust (A—G); 6 — banded dolomites above the brecciation zone (D)

В — доломитовая брекчия серая связная, плотная, крепкая, с обломками первичной породы и жильных включений (размер первые сантиметры, средняя степень окатанности), количество обломков около 30%, матрикс представлен доломитом серым, иногда красноватым микрокристаллическим. Отдельные пласты и линзы, разделенные слабеволнистыми трещинами, характеризуются толщинами 3—5 см. Трещины притертые, отмечаются сопряженные трещины — сколы Риделя, повсеместно развиты стилолитовые швы. Встречаются отдельные каверны размером от первых миллиметров до первых сантиметров, приуроченные к обломкам жильного доломита; отмечаются: пластическое изгибание вытянутых обломков, будинирование, указывающие на скольжение отдельных фрагментов относительно друг друга. Мощность прослоя 40—50 см;

Г — доломитовая брекчия серая связная, плотная, крепкая, комковатая, не яснослоистая, с обломками полосчатых разностей доломита и жильных включений (размер до первых десятков сантиметров, форма различная, преимущественно не окатанные и слабо окатанные). Количество обломков меняется от 80 до 50%, матрикс представлен доломитом серым микрокристаллическим. Трещины извилистые притертые, повсеместно изогнутые, отмечаются стилолитовые швы изогнутые, с амплитудой зубцов 1—2 см. Прослой составлен вытянутыми изогнутыми микроблоками «чечевицеобразной» формы, расположенные под углом 10—12 градусов к надвигу, толщиной 1,5—2,0 м. Мощность прослоя около 6 м.

Верхняя часть тектонического меланжа представлена доломитами полосчатыми с прослоями и линзами доломитов брекчированных (пачка Д, тип 6 на рисунках 5, 6). Брекчии в полосчатых доломитах представлены обломками первичного доломита серого микрокристаллического, часто пластично изогнутого в яснокристаллическом белом доломите, аналогичном перекристаллизованым жилам полосчатых разностей. Встречены участки, где наблюдается плавный переход от прослоя доломита полосчатого через изогнутые деформированные разности к прослоям брекчий. Залегание полосчатых доломитов согласно с залеганием ненарушенных пород ниже надвига, отделяются от приразломных брекчий четко выраженным уступом, протягиваются вдоль западной части обнажения более чем на двести метров.

Зоны максимального развития кавернозности связаны с формированием антитаксиальных жил

на участках изгибания пластов. Они приурочены к границе брекчированных разностей доломитов (Г) и полосчатых (Д), находятся на удалении от поверхности надвига около 30 м, а также встречаются в толще полосчатых доломитов в местах изгиба пластов.

Приуроченность брекчий к разлому, постепенный переход от рыхлых катаклазитов (тип 2, рис. 6) около поверхности перемещения к протомилонитам (тип 5, рис. 6) около участка развития полосчатых разностей через различные типы связных катаклазитов, а также вышеуказанные особенности строения полосчатых доломитов указывают на их тектоническую природу. На макроуровне и на микроуровне выявлен ряд кинематических показателей процессов деформации, которые позволяют реконструировать условия их формирования.

Ключевым элементом являются карбонатные жилы: синтаксиальные и антитаксиальные с характерными макро- и микроструктурами, указывающими на многократно прогрессирующую в них деформацию, образование в результате синтетектонического расплавления материала и перекристаллизации под давлением в условиях продольного сжатия (рис. 3—6).

Основные микроструктуры: повернутые блоки — структуры, вращающиеся в стиле «домино» (рис. 3 № 4, д; рис. 6 № 21); асимметричные ступени с двугранной морфологией на границах жил (рис. 6 № 20); переход от неизмененного доломита через растянутые и изогнутые литокласты доломита до скоплений волокнистой разности (рис. 3 № 2, 3, 5), неравномерные структуры с кристаллами вытянутыми, лопастными (рис. 6 № 9, 17), ламинированными зонами с волокнистым доломитом (рис. 6 № 11, 12, 16); кристаллы доломита с волнистым погасанием (рис. 6 № 9); цепочки будин, часто ромбовидные и сигмоидальные будины; кулисообразно расположенные структуры в форме «рыб» (рис. 6 № 18). Структуры большего порядка: несвязные и связные брекчии различного масштаба (рис. 3 фото 5, 6; рис. 6 тип 1—5), слепые надвиги в результате обратного разрушения жилы во время изгибания складки (рис. 3 фото 7), участки кавернозности и единичные каверны часто правильной треугольной и прямоугольной формы (рис. 3 фото 4, 5, 8, 9, рис. 6 № 15).

Кинематические индикаторы сгруппированы по этапам и стадиям процесса продольного сжатия (рис. 7).

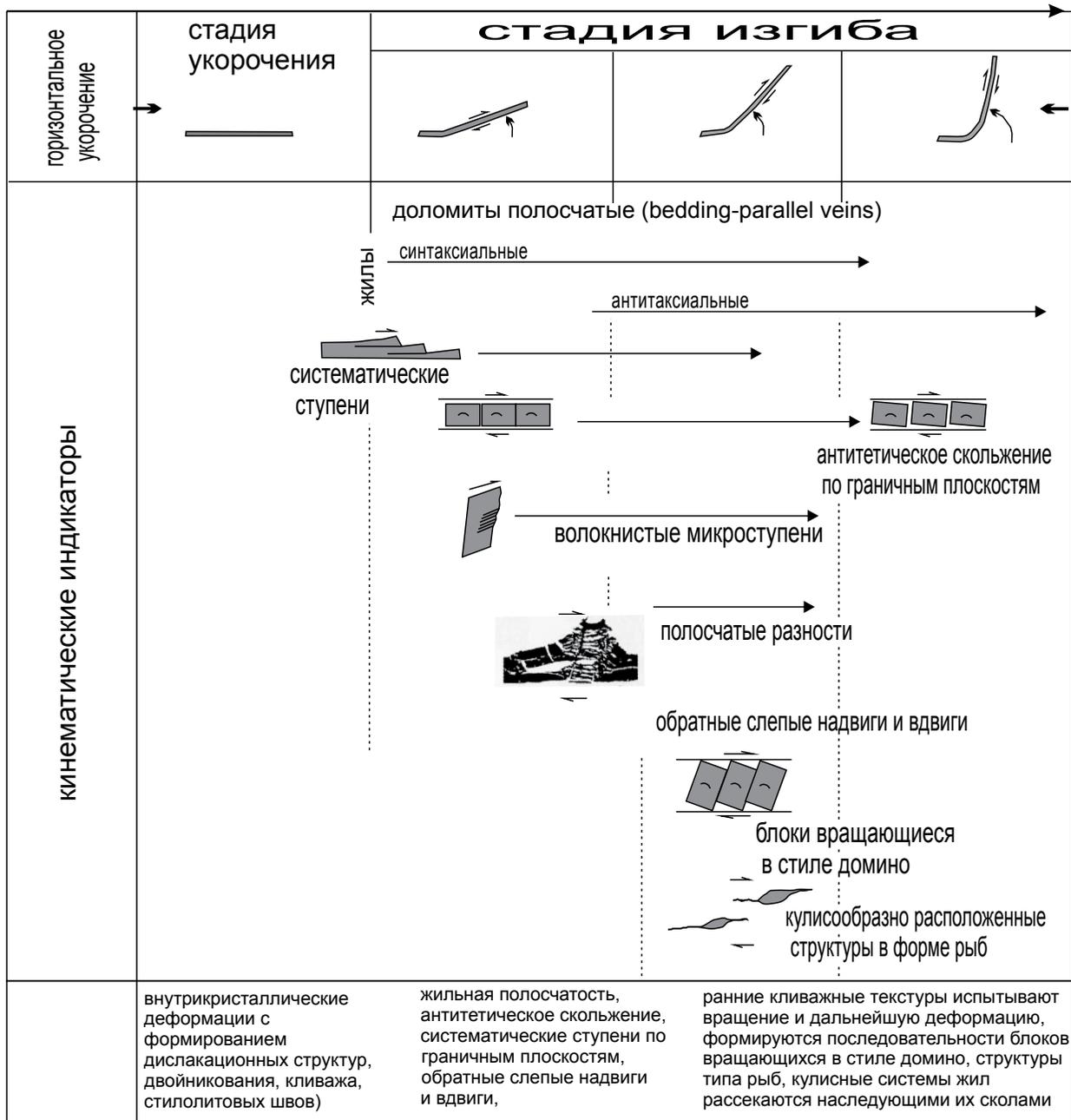


Рис. 7. Модель формирования текстур в тонкослоистых карбонатах на начальных стадиях продольного сжатия по Rybak-Ostrowska B., 2014, с дополнениями

Fig. 7. Texture formation model in thin-layered carbonates at the initial stages of longitudinal compression according to Rybak-Ostrowska B., 2014, with additions

Заключение

Авторами показана тектоническая природа брекчий аладынской свиты обнажений 14 и 16. Это явление имеет широкое распространение, схожие текстуры встречены в обнажениях вдоль реки Ангары — в районе скал Мешки, Выдумский Бык, напротив п. Манзьи

и в керне скважин западного склона Байкитской антеклизы. Что позволяет предполагать широкое развитие описанных процессов, связанных с глобальной тектонической перестройкой в регионе. Предполагается среднерифейское время тектонической перестройки, поскольку в перекрывающих верхнерифейских карбонатах

тунгусикской серии подобные образования не встречены.

Полученные результаты необходимо использовать при построении геологических моделей, прогно-

зе зон развития кавернозности при проведении нефтегазопроисковых работ. Кроме того, для немых толщ рифея эта особенность может быть использована как признак при проведении корреляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волобуев М.И., Зыков С.И., Ступникова Н.И. Геохронология докембрийских формаций Саяно-Енисейского региона Сибири // В кн.: Актуальные вопросы современной геохронологии. М.: Наука, 1976. С. 96—123.
2. Вотак О.А. Тектоника докембрия западной окраины Сибирской платформы. М.: Наука, 1968. 138 с.
3. Гутина О.В. Комплексное обоснование стратиграфической схемы рифейских отложений юго-западной части Сибирской платформы. Новосибирск: Изд. СО РАН, 2007. 180 с.
4. Кириченко Г.И. Стратиграфия докембрия западной окраины Сибирской платформы и ее складчатого обрамления // Труды ВСЕГЕИ. 1967. Т. 112. С. 3—48.
5. Кириченко В.Т., Зуев В.К. и др. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1:1 000 000. Серия Ангаро-Енисейская. Лист О-47 — Братск. Объяснительная записка. — СПб.: К.Ф. ВСЕГЕИ, 2012. 470 с. + 11 вкл.
6. Кирмасов А.Б. Основы структурного анализа. М.: Научный мир, 2011. 368
7. Семихатов М.А. К стратиграфии верхнего протерозоя северо-восточной части Енисейского кряжа // Доклады АН СССР. 1960. Т. 131. № 1. С. 164—167.
8. Семихатов М.А. Рифей и нижний кембрий Енисейского кряжа. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 242 с.
9. Хоментовский В.В., Шенфиль В.Ю., Якшин М.С., Бутаков Е.П. Опорные разрезы отложений верхнего докембрия и нижнего кембрия южной окраины Сибирской платформы. М.: Наука, 1972. 356 с.
10. Хоментовский В.В., Шенфиль В.Ю., Якшин М.С. Рифей Сибирской платформы // Геология и геофизика. 1985. № 7. С. 25—33.
11. Хоментовский В.В. Верхний рифей Енисейского кряжа // Геология и геофизика. 2007. Т. 48, № 9. С. 921—933.
12. Шенфиль В.Ю. Поздний докембрий Сибирской платформы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 185 с.
13. Rybak-Ostrowska B., Konon A., Nejbert K., Koztowski A. Bedding-parallel calcite veins in the Holv Cross Mountains Fold Belt, central Poland // Geological Quarterly. 2014. No. 58(1). P. 99—116.

REFERENCES

1. Volobuev M.I., Zykov S.I., Stupnikova N.I. Geochronology of the Precambrian formations of the Sayano-Yenisei region of Siberia // In the book: Topical issues of modern geochronology. M.: Nauka, 1976. P. 96—123.
2. Votakh O.A. Precambrian tectonics of the western margin of the Siberian Platform. M.: Nauka, 1968. 138 p.
3. Gutina O.V. Integrated substantiation of the stratigraphic scheme of the Riphean deposits of the southwestern part of the Siberian Platform. Novosibirsk: Izd. SO RAN, 2007. 180 p.
4. Kirichenko G.I. Stratigraphy of the Precambrian of the western margin of the Siberian platform and its folded framing // Proceedings of VSEGEI. 1967. V. 112. P. 3-48.
5. Kirichenko V.T., Zuev V.K. etc. State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1 000 000. Angara-Yenisei series. Sheet O-47 — Bratsk. Explanatory note. — St. Petersburg: K. f VSEGEI, 2012. 470 p. + 11 incl.
6. Kirmasov A.B. Fundamentals of structural analysis. M.: Scientific world, 2011. 368 p.
7. Semikhatov M.A. To the stratigraphy of the Upper Proterozoic of the northeastern part of the Yenisei Ridge // Doklady AN SSSR. 1960. V. 131. No. 1. P. 164—167.
8. Semikhatov M.A. Riphean and Lower Cambrian of the Yenisei Ridge. M.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1962. 242 p.
9. Khomentovsky V.V., Shenfil V.Yu., Yakshin M.S., Butakov E.P. Reference sections of the Upper Precambrian and Lower Cambrian deposits of the southern margin of the Siberian Platform. M.: Nauka, 1972. 356 p.
10. Khomentovsky V. V., Shenfil V.Yu., M. S. Yakshin, Riphean of the Siberian Platform, Geol. 1985. No. 7. P. 25—33.
11. Khomentovsky V.V. Upper Riphean of the Yenisei Ridge // Geology and Geophysics. 2007. V. 48, No. 9. P. 921—933.
12. Shenfil V.Yu. Late Precambrian of the Siberian Platform. Novosibirsk: Science. Sib. Otdnie, 1991. 185 p.
13. Rybak-Ostrowska B., Konon A., Nejbert K., Koztowski A. Bedding-parallel calcite veins in the Holv Cross Mountains Fold Belt, central Poland // Geological Quarterly. 2014. No. 58(1). P. 99—116.

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Носкова Е.С. — внесла вклад в разработку концепции статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Агафонова Г.В. — внесла вклад в разработку концепции статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Ekaterina S. Noskova — contributed to the development of the concept of the article, prepared the text of the article, finalized the published version of the article and agrees to take responsibility for all aspects of the work.

Galina V. Agafonova — contributed to the development of the concept of the article, prepared the text of the article, finalized the published version of the article and agrees to take responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Носкова Екатерина Станиславовна* — кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»

36, шоссе Энтузиастов, г. Москва 105118, Россия
тел.: +7 (495) 673-51-04, +7 (915) 178-62-36
e-mail: noskova@vnigni.ru

Ekaterina S. Noskova* — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), Senior Researcher, All-Russian Research Geological Oil Institute

36, Highway Enthusiasts, Moscow 105118, Russia
tel.: +7 (495) 673-51-04, +7 (915) 178-62-36
e-mail: noskova@vnigni.ru

Агафонова Галина Валентиновна — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и разведки месторождений углеводородов ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»; ведущий научный сотрудник лаборатории литологии НАЦ ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»

36, шоссе Энтузиастов, г. Москва 105118, Россия
23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117997, Россия
тел.: +7 (495) 673-24-96, +7 (963) 775-77-86
e-mail: agafonovagalina@inbox.ru

Galina V. Agafonova — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), Assoc. Prof. of the Department of Geology and Exploration of Hydrocarbon Deposits of the Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting; Leading Researcher of the Laboratory of Lithology of the National Center All-Russian Research Geological Oil Institute

36, Highway Enthusiasts, Moscow 105118, Russia
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117485, Russia
tel.: +7 (495) 673-24-96, +7 (963) 775-77-86
e-mail: agafonovagalina@inbox.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author