

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПАЛЕОГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОРДОВИКСКИХ БАЗАЛЬТОВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ГЛАВНОГО УРАЛЬСКОГО РАЗЛОМА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

PETROCHEMICAL FEATURES AND PALEOGEODYNAMIC CONDITIONS OF ORDOVIK BASALTS FORMATION IN MAIN URALIAN FAULT (SOUTH URAL) NORTHERN PART

В. И. Сначёв

Vladimir I. Snachev

Институт геологии Уфимского
федерального исследовательского
центра Российской академии наук,
г. Уфа, Российская Федерация

Institute of Geology of the Ufa
Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences,
Ufa, Russian Federation

А. В. Сначёв

Aleksandr I. Snachev

Институт геологии Уфимского
федерального исследовательского
центра Российской академии наук,
г. Уфа, Российская Федерация

Institute of Geology of the Ufa
Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences,
Ufa, Russian Federation

М. В. Рыкус

Mikhail V. Rykus

Уфимский государственный
нефтяной технический
университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum
Technological University,
Ufa, Russian Federation

В работе приводится описание геологического строения поляковской и кураганской свит, прослеженных в северной части Главного уральского разлома (ГУР) на расстоянии около 110 км. В том числе: стратотипический разрез в районе д. Поляковка, в восточном обрамлении Тургоякской гранитной интрузии, в районе Карабашского гипербазитового массива. Поляковская свита сложена преимущественно базальтами и заметно меньше кремнистыми, кремнисто-глинистыми и углеродистыми сланцами. В кураганской свите наблюдаются обратные соотношения перечисленных типов пород, а также заметно большая степень метаморфического и тектонического преобразования.

Установлено, что ордовикские базальты северной части ГУРа представлены субщелочными и толеитовыми разновидностями. Подавляющее большинство высокотитанистых базальтов района д. Поляковка и восточного обрамления гранитного массива Тургояк укладываются в субщелочное поле, среди других основных эффузивов присутствуют как субщелочные, так и толеитовые представители.

На диаграммах $TiO_2 - (Na_2O + K_2O)$ и $al' - TiO_2$ низкотитанистые основные эффузивы, развитые в пределах восточных флангов поляковской свиты районов д. Поляковка и гранитного массива Тургояк, располагаются в области базальтов срединно-океанических хребтов. Высокотитанистые их разновидности попадают исключительно в поле вулканитов эпиплатформенных континентальных рифтов. Базальты обрамления Карабашского гипербазитового массива, также как и ордовикские вулканиты кураганской свиты Сиратурского рудного поля, образуют компактную область в поле эпиплатформенных континентальных рифтов.

Показано, что в северной части Магнитогорской мегазоны (ГУР) наиболее ранние проявления вулканизма связаны с континентальным рифтогенезом и представлены ордовикскими субщелочными высокотитанистыми базальтами западного фланга поляковской и кураганской свит. В дальнейшем субщелочной характер эффузивов сменился толеитовым, приближаясь по составу к типу N-MORB (низкотитанистые базальты восточного фланга поляковской свиты),

Ключевые слова

Главный уральский разлом;
базальты; петрохимия;
геодинамика; поляковская свита;
кремнистые и углеродистые
сланцы

что характерно для геодинамической обстановки срединно-океанических хребтов. Учитывая тот факт, что в вулканитах поляковской свиты в северном направлении постепенно растет содержание TiO_2 , можно предположить раскрытие Магнитогорской рифтовой системы в ордовике с юга на север.

The paper describes the geological structure of the polyakovsky and kuragansky suites, traced in the northern part of the Main Uralian Fault (MUF) at a distance of about 110 km. Including: a stratotypical section in the area of the village of Polyakovka, in the eastern frame of the Turgoyaksky granite intrusion, in the area of the Karabash hyperbasite massif. Polyakovsky suite is composed mainly of basalts and noticeably less siliceous, siliceous-clay and carbonaceous shales. In the kuragansky suite, the inverse correlations of the listed types of rocks are observed, as well as a markedly greater degree of metamorphic and tectonic transformation.

It was established that the ordovician basalts of the MUF northern part are represented by subalkaline and tholeiitic varieties. The most part of Polyakovka region high-titanic basalts and the Turgoyak granite massif eastern framing locate into the subalkaline field, and among the other mafic effusives there are both subalkaline and tholeiitic varieties.

On the $TiO_2 - (Na_2O + K_2O)$ and $al - TiO_2$ diagrams, the low-Ti mafic effusives developed within the Polyakovka village polyakovsky suite eastern flanks and the Turgoyak granite massif are located in the mid-ocean ridge basalts field. Their high-Ti varieties fall exclusively into the field of epiplatform continental rift volcanic rocks. The basalts of the Karabash hyperbasite massif framing, as well as the ordovician volcanic rocks of the Siratur ore region kuragansky suite, form a compact area in the epiplatform continental rift volcanic rocks field.

It is shown that in the northern part of the Magnitogorsky megazone (MUF), the earliest volcanic activities are associated with continental rifting and are represented by ordovician subalkaline high-titanium basalts of the western flank of the polyakovsky and kuragansky suites. Subsequently, the effusives subalkaline character was replaced by tholeiite, approaching in composition to the type N-MORB (low titanium basalts of the eastern flank of the polyakovsky suite), which is characteristic of the mid-ocean ridges geodynamic setting. Taking into account the fact that the TiO_2 content in the polyakovsky volcanic rocks gradually grows in the north direction, we can assume the opening of the Magnitogorsky rift system in the ordovician from south to north.

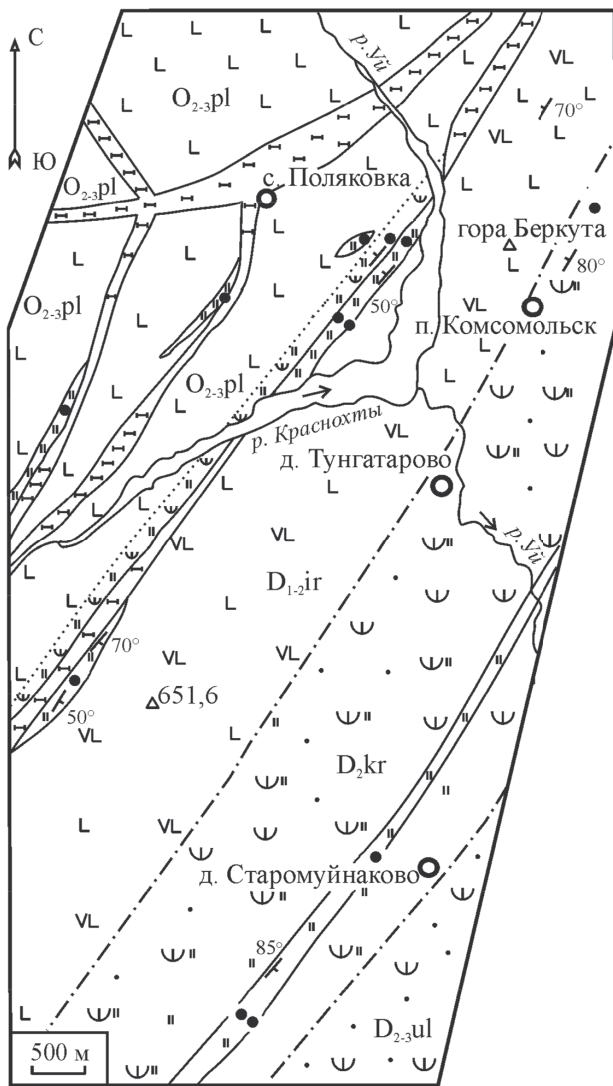
Ордовикские базальты довольно широко развиты в северной части Главного уральского разлома (ГУР) и являются основой разреза поляковской свиты, которая почти непрерывно прослеживается в субмеридиональном направлении на расстоянии порядка 110 км от деревни Поляковка на юге, через восточное обрамление Тургойякской гранитной интрузии и далее до Карабашского гипербазитового массива.

Стратотипический разрез поляковской свиты обнажен по левому берегу реки Уй к северу и югу от деревни Поляковка (рисунок 1). На западе свита ограничена серпентинитовым меланжем, на востоке — разрывным нарушением, по которому она контактирует с отложениями ирендыкской свиты [1]. Сложена поляковская свита преимущественно базальтами и, заметно меньше, кремнистыми и кремнисто-глинистыми сланцами, доля которых вверх по

разрезу довольно существенно увеличивается. Породы, слагающие свиту, интенсивно дислоцированы и рассланцованы в силу широкого развития здесь субширотных и субмеридиональных разрывных нарушений, трассирующихся различными по мощности и протяженности телами серпентинитов. Примечательно, что степень тектонической проработки пород растет в западном направлении. Исследования по палеонтологическому обоснованию возраста поляковской свиты, проведенные в последнее десятилетие прошлого века В.А. Масловым и О.В. Артюшковой [1], позволили достаточно уверенно датировать ее средним ордовиком. Авторы данной монографии склонны рассматривать свиту в объеме лланвирского-лландейльского ярусов, допуская и карадокский уровень. Мощность ее по разным данным колеблется в пределах 800–2000 м.

Key words

Main Uralian Fault; basalts; petrochemistry; geodynamics; polyakovsky suite; siliceous and carbonaceous schists



- 1 — средний-верхний девон, живетский-франкий (нижняя часть) ярусы нерасчлененные, улутауская свита; 2 — эйфельский ярус, карамальташская свита, 3 — нижний-средний девон, эмский (верхняя часть), эйфельский ярусы, нерасчлененные, ирендыкская свита;
- 4 — средний ордовик, поляковская свита;
- 5 — базальты; 6 — пироксен-плагиоклазовые базальты и андезибазальты; 7 — туфопесчаники, туффиты; 8 — кремнистые туффиты, алевролиты с редкими прослоями яшмоидов;
- 9 — кремнистые сланцы; 10 — гипербазиты;
- 11 — граница между фациально разными образованиями внутри стратиграфического образования; 12 — элементы залегания;
- 13 — места находок конодонтов; 14 — высотные отметки; 15 — населенные пункты;
- 16 — тектонические нарушения;
- 17 — достоверные границы между разновозрастными подразделениями

Рисунок 1. Схематическая геологическая карта района деревни Поляковка (В.А. Маслов, О.В. Артюшкова, 2000)

На возраст и стратиграфическое деление поляковской свиты существуют и другие взгляды. Так, В.И. Борисенко и др. [2] считают, что: 1) ее отложения могли формироваться на протяжении всего ордовика; 2) в составе свиты можно выделить три пачки — нижнюю, преимущественно осадочную (аренигский ярус); среднюю, сложенную в основном базальтами (лланвирский ярус), и верхнюю, главным образом осадочную (лланвирский, лландейский яруса). Изучение структуры, разрезов и возраста поляковского кремнисто-базальтового комплекса позволило А.В. Рязанцеву и др. [3] сделать вывод об его образовании в течение аренигского-ашгильского времени и о выделении в нем четырех пластин тектонических покровов. По мнению С.Е. Знаменского [4], в составе поляковской свиты снизу вверх по разрезу и с запада на восток выделяется три типа базальтов: 1) высокотитанистые, близкие по составу стратоидной серии Афара (обстановка континенталь-

ного рифтогенеза); 2) низкотитанистые, похожие на красноморские (океаническая обстановка); 3) вулканиты островодужного типа.

В 10 км к северо-западу от деревни Поляковка и в 2 км западнее последних выходов образований поляковской свиты геологами-съемщиками картируется серия субмеридиональных блоков суммарной протяженностью порядка 30 км и шириной 1–3 км, сложенных метаморфизованными осадочными и вулканогенно-осадочными породами и относящихся к кураганской свите (O₁₋₂kr). Следует отметить, что, возможно, эти отложения являются частью западного разреза поляковской свиты, испытавшего интенсивную тектоническую проработку.

В результате поисковых работ на коренное золото в пределах Сиратурского рудного поля, проведенных сотрудниками ОАО «Башкиргеология» (Латыпов и др., 2012ф), образования кураганской свиты были расчленены на

две подсвиты, первая из которых (нижняя) представлена различными по цвету филлитами и метаалевролитами, углеродисто-глинистыми, кремнисто-углеродистыми и апобазальтовыми сланцами, а вторая (верхняя) — песчаниками, алевропесчаниками, кремнистыми алевролитами, углеродисто-глинистыми и реже кремнисто-углеродистыми сланцами, прорванными небольшими телами гранитоидов балбукского комплекса ($\gamma P1b$). Предполагаемая мощность свиты составляет порядка 1,0–1,5 км.

С востока отложения кураганской свиты примыкают к габбро-гипербазитовому массиву Нурали, где установлена серия хромитовых объектов с благороднометальной минерализацией [4]. В зоне контакта углеродистых сланцев с серпентинитами отмечается полоса тектонически и гидротермально проработанных пород шириной до 0,2 км, в пределах которой установлен ряд золоторудных объектов штокверкового типа (Сиратурское, Кузьма-Демьяновское, Камышакское, Фельдшерское и другие более мелкие), похожих на проявления золота в черносланцевых толщах Белорецкого метаморфического комплекса [6].

В 70 км к северу от деревни Поляковка поляковская свита установлена на побережье оз. Тургояк, а также в тектонических блоках среди серпентинитов сакмарского комплекса (рисунок 2). В состав свиты входят натриевые афировые базальты, сланцы глинисто-кремнистые, кремнистые туффиты. Менее распространены порфиоровые базальты, вулканомиктовые песчаники. Нижняя граница свиты явно тектоническая и проходит по зоне ГУРа; верхняя — проводится по смене в разрезе базальтов черными углеродистыми кварцитами сакмарской свиты (S1-D1 sk). Мощность поляковской свиты 800–1000 м.

В зоне контакта с Тургоякским гранитным массивом породы свиты интенсивно амфиболитизированы (Петров и др., 2002ф). Афировые базальты утратили свою первичную структуру и имеют облик меланократовых плагиоклаз-амфиболовых сланцев. В порфиоровых разностях основная масса также нацело амфиболитизирована, а вкрапленники плагиоклаза пронизаны тонкопризматическими кристаллами амфибола. На северном побережье озера Тургояк базальты превращены в типичные роговообманковые плагиосланцы, состоящие из зеленой роговой обманки, плагиоклаза с зернами тонкораспылен-

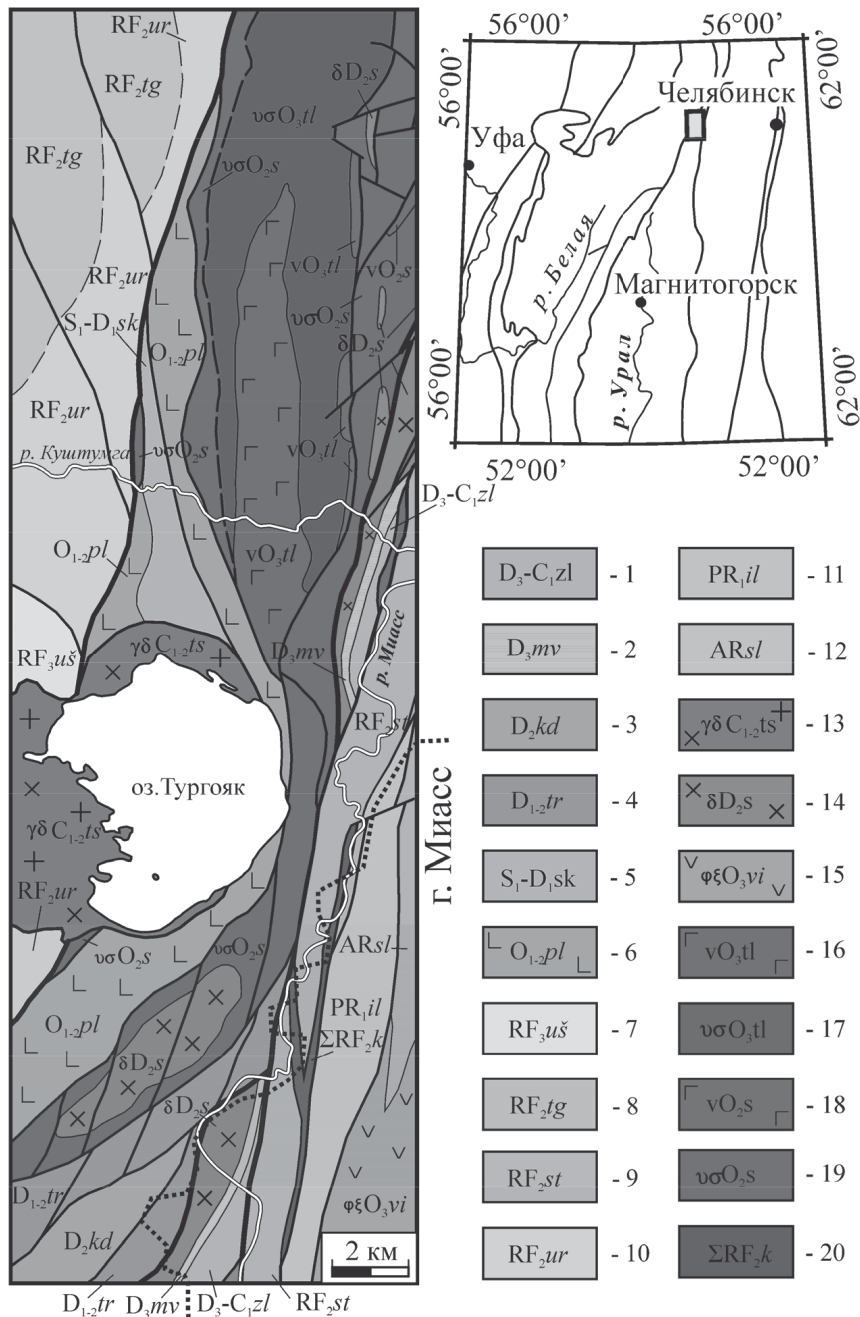
ного магнетита. Такой же облик имеют базальты и на южном побережье оз. Тургояк. К поляковским субвулканическим образованиям относятся долериты, образующие дайкообразные тела среди базальтов и кремнисто-глинистых сланцев.

Возраст свиты определен по находкам конодонтов в кремнистых сланцах (сборы О.В. Артющковой) [1]. Комплекс конодонтов имеет плохую сохранность, но по присутствию в нем элементов родов *Prioniodus* и *Periodon* Т.М. Мавринская (ИГ УНЦ РАН) определяет её возрастной интервал в пределах аренигский ярус раннего ордовика — средний ордовик.

В наиболее северной части ГУРа поляковская свита прослеживается в виде двух полос в пределах юго-западной части Кыштымской площади (лист N-41-I, М 1:200 000) (рисунок 3). Первая из них обнажена в районе города Карабаш на горе Крестовой, Заводских Горках и на горе Богородской, вторая — восточная, развита в западном обрамлении Ильменогорско-Сысертского блока. Представлена она натриевыми афировыми базальтами, реже порфиоровыми, глинисто-кремнистыми и углеродисто-кремнистыми сланцами, кремнистыми туффитами, углеродистыми песчаниками и алевролитами, редко вулканомиктовыми песчаниками (Кузнецов и др., 2008ф). Взаимоотношения с нижележащими образованиями тектонические, граница с вышележащими породами ирендыкской свиты несогласная. Мощность поляковской свиты составляет 800–1000 м.

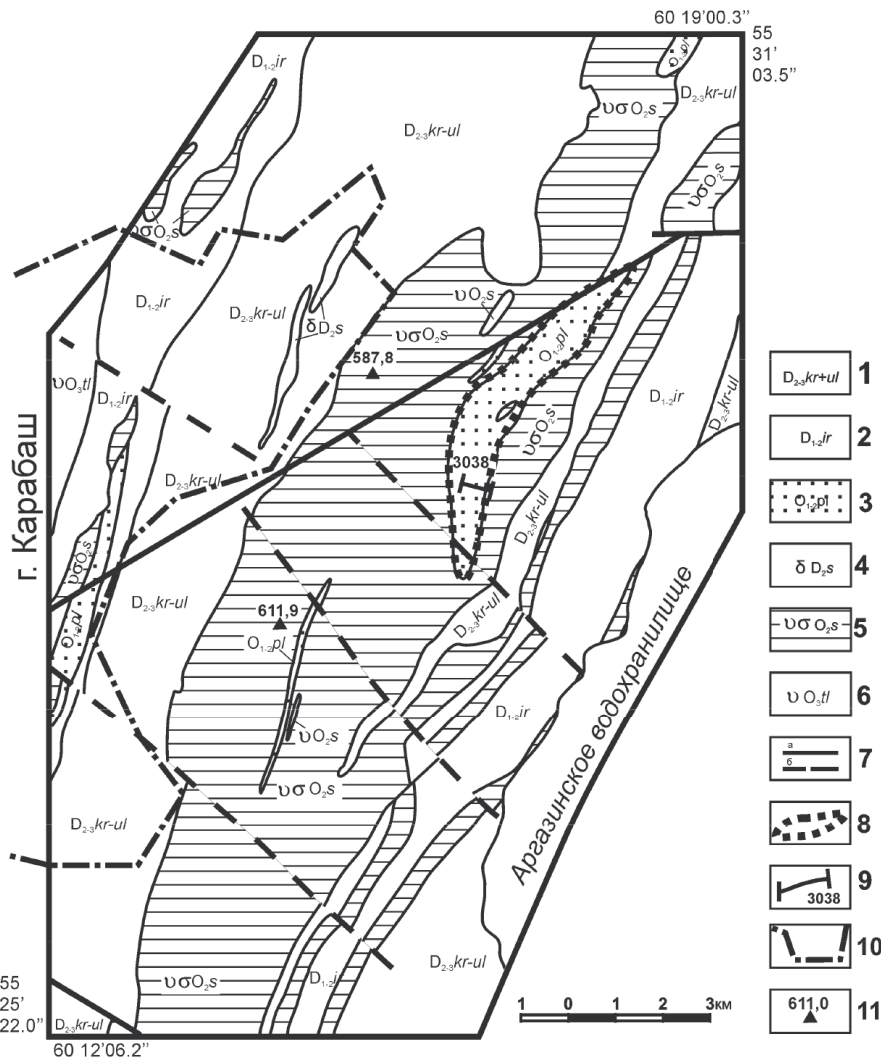
Текстуры базальтов в основном флюидальные или полосчатые. Структуры — афировые, интерсертальные, реже порфиоровые. В составе пород отмечены: плагиоклаз (альбит, олигоклаз), актинолит таблитчатый по пироксену или игольчатый в основной массе базальтов. Повсеместно здесь присутствуют: хлорит, эпидот, карбонат, цоизит. Из рудных отмечается магнетит и пирит, иногда пирротин. Породы свиты изменены на уровне зеленосланцевой фации регионального метаморфизма. Ее возраст обоснован положением в разрезе, а также находками остатков конодонтов в кремнистых сланцах на соседнем южном листе (N-41-VII, Миасс).

Обратимся к рассмотрению петрохимических особенностей ордовикских базальтов северной части ГУРа. Основой для этого послужили силикатные анализы пород,



- 1 — зилаирская свита (полимиктовые конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты);
- 2 — мукасовская свита (сланцы кремнистые, кремнисто-глинистые, кремнистые туффиты);
- 3 — кульбердинская толща (лавы и туфы базальтов); 4 — туратская свита (полимиктовые конгломераты, песчаники, алевролиты); 5 — сакмарская свита (сланцы углеродисто-кремнистые и углеродисто-глинистые); 6 — поляковская свита (базальты натриевые афировые, сланцы глинисто-кремнистые);
- 7 — уйташская свита (метапесчаники слюдяные, слюдяно-кварцевые сланцы, кварцито-песчаники);
- 8 — таганайская свита (сланцы кварцито-графитовые и сланцы с гранатом, ставролитом и графитом);
- 9 — сайтовская свита (плагосланцы амфиболовые, гранат-биотит-амфиболовые); 10 — уреньгинская свита (кристаллические сланцы с гранатом, ставролитом, графитом); 11 — ильменогорская толща (амфиболиты, плагигнейсы биотитовые); 12 — селянкинская свита (плагигнейсы биотитовые, гранат-биотитовые, графитовые); 13 — тургойско-сыростанский комплекс диорит-гранодиорит-гранитовый; 14 — салаватский комплекс диорит-плагигранитовый; 15 — вишневогорско-ильменогорский комплекс карбонатит-миаскитовый; 16, 17 — таловский комплекс дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый; 18, 19 — сакмарский комплекс габбро-дунит-гарцбургитовый; 20 — каганский комплекс метаморфизованных ультрамафитов и габброидов

Рисунок 2. Схема геологического строения обрамления Тургойского гранодиоритового массива (Петров и др., 2003ф)



1 — карамалыташская и улутауская свиты; 2 — ирендыкская свита; 3 — поляковская свита; 4 — салаватский комплекс диорит-плагиогранитный; 5 — сакмарский комплекс габбро-дунит-гарцбургитовый; 6 — таловский комплекс дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый; 7 — тектонические нарушения (а — достоверные, б — предполагаемые); 8 — комплексная геохимическая аномалия; 9 — геохимический профиль и его номер; 10 — контур города Карабаш; 11 — высотные отметки (611,9 м — гора Карабаш)

Рисунок 3. Схема геологического строения обрамления Карабашского гипербазитового массива (Кузнецов и др., 2008ф)

заимствованные из производственных отчетов И.С. Анисимова и др. (1983ф) (ОАО «Башкиргеология»), В.И. Петрова и др. (2002ф), Н.С. Кузнецова и др. (2008ф) (ОАО «Челябинскгеосъемка»), а также собственные данные (таблица 1), выполненные в лаборатории аналитических исследований Института геологии УФИЦ РАН (аналитик С.Я. Ягудина).

Ордовикские базальты северной части ГУРа, как это следует из рисунка 4 а, б, представлены только субщелочными и толеитовыми разновидностями. Ни одна проба не попала в щелочное и известково-щелочное поля. Подавляющее большинство высокотитанистых базальтов района деревни Поляковка и

восточного обрамления гранитного массива Тургояк укладываются в субщелочное поле, среди других основных эффузивов присутствуют как субщелочные, так и толеитовые представители.

Составы рассматриваемых базальтов на диаграмме $TiO_2 - (Na_2O + K_2O)$ (рисунок 4, в) легли следующим образом — низкотитанистые основные эффузивы, развитые в пределах восточных флангов поляковской свиты районов д. Поляковка и гранитного массива Тургояк, располагаются в области срединно-океанических хребтов. Высокотитанистые их разновидности попадают исключительно в поле эпиплатформенных континентальных

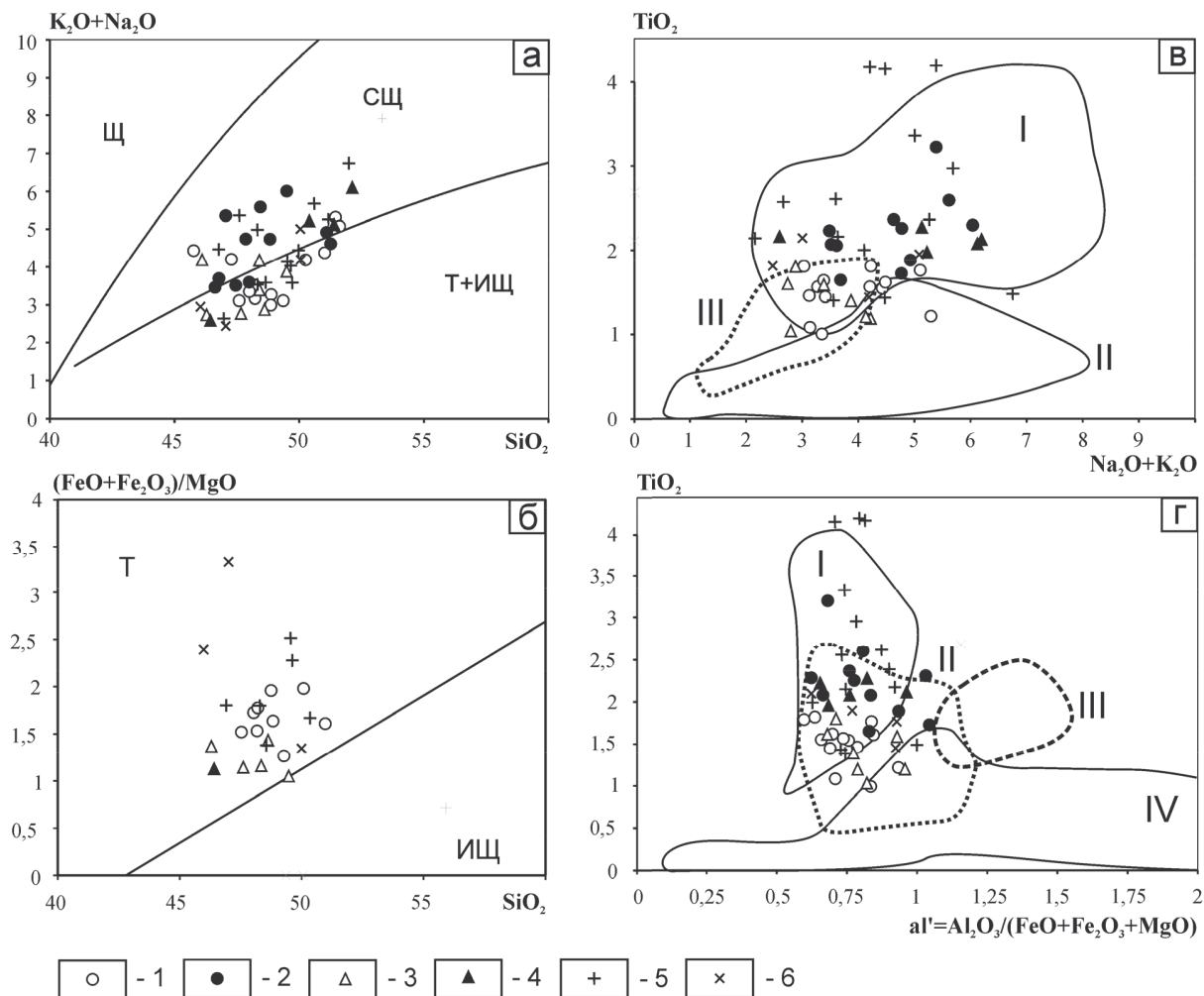
Таблица 1. Химический состав (% масс.) ордовикских базальтов северной части Главного уральского разлома

№ п/п	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	п.п.п.	Сумма
1	48,80	1,77	12,30	6,90	6,76	0,21	7,00	9,01	2,47	0,40	0,20	3,45	99,27
2	48,20	0,99	14,60	3,80	7,41	0,21	6,40	10,21	2,52	0,66	0,22	4,44	99,66
3	48,24	1,60	13,26	3,90	8,31	0,21	6,90	10,57	3,01	0,23	0,18	3,37	99,78
4	45,76	1,60	14,10	2,01	8,93	0,17	5,90	12,99	3,68	0,60	0,18	3,60	99,52
5	51,40	1,75	14,66	2,54	8,53	0,14	6,50	8,44	4,88	0,16	0,22	3,63	102,85
6	50,09	1,52	13,12	1,44	10,26	0,16	5,92	9,82	3,85	0,20	0,15	2,98	99,51
7	47,25	1,80	13,41	2,06	11,20	0,16	7,92	7,98	3,83	0,20	0,20	4,64	100,65
8	48,19	1,43	14,63	3,44	7,84	0,19	7,36	9,90	2,52	0,76	0,14	3,46	99,86
9	51,41	1,20	14,63	1,86	8,06	0,19	5,80	9,49	3,80	1,36	0,14	2,28	100,22
10	50,98	1,54	12,64	1,60	10,18	0,13	7,30	8,06	3,45	0,80	0,16	2,85	99,69
11	47,55	1,44	13,32	3,12	8,59	0,15	7,66	11,36	2,44	0,55	0,14	3,03	99,35
12	48,83	1,54	13,41	3,15	8,20	0,15	6,96	11,70	2,62	0,55	0,15	2,60	99,86
13	49,28	1,06	13,36	1,70	8,90	0,15	8,38	9,64	2,54	0,45	0,10	4,89	100,45
14	47,02	3,20	14,03	6,47	8,71	0,20	5,40	5,88	4,70	0,48	0,50	3,70	100,29
15	47,40	2,06	14,16	2,22	7,78	0,16	7,00	12,88	3,11	0,32	0,32	2,97	100,38
16	51,06	1,86	15,17	2,25	7,06	0,16	7,00	9,04	4,40	0,45	0,27	2,44	101,16
17	47,84	2,24	14,24	2,42	9,58	0,18	6,44	9,16	3,89	0,72	0,33	3,78	100,82
18	48,78	1,70	16,22	2,51	6,05	0,12	7,00	10,56	3,30	1,34	0,24	3,15	100,97
19	46,76	1,62	15,05	2,50	7,70	0,18	7,92	12,02	3,10	0,48	0,22	3,09	100,64
20	46,58	2,20	13,25	5,50	9,50	0,29	6,36	10,04	3,10	0,28	0,24	3,27	100,61
21	51,19	2,34	14,23	2,27	10,44	0,27	6,02	5,48	3,40	1,07	0,26	3,65	100,62
22	47,94	2,04	13,06	3,62	9,14	0,21	7,06	10,04	2,58	0,89	0,22	4,02	100,82
23	49,48	2,28	16,78	1,87	8,35	0,46	6,08	5,12	4,40	1,41	0,28	3,97	100,48
24	48,42	2,58	14,49	3,06	8,50	0,32	6,46	5,94	3,30	2,04	0,34	4,59	100,04
25	48,38	1,16	16,96	1,43	7,30	0,09	9,04	9,59	3,78	0,30	0,06	0,96	99,05
26	46,06	1,16	16,26	1,26	7,90	0,14	11,53	8,98	3,58	0,50	0,07	1,58	99,02
27	47,62	1,00	15,21	3,18	6,64	0,15	8,69	11,73	2,47	0,23	0,09	2,00	99,01
28	48,34	1,54	16,31	1,64	7,78	0,24	8,22	10,05	2,82	0,46	0,11	2,10	99,61
29	49,46	1,35	14,92	1,68	8,17	0,14	9,52	9,60	3,50	0,31	0,08	0,62	99,35
30	46,28	1,56	14,10	2,43	9,58	0,17	8,89	11,00	2,50	0,14	0,14	1,78	98,57
31	48,58	1,76	14,10	1,45	10,18	0,21	8,25	11,30	2,59	0,25	0,17	0,98	99,82
32	45,08	2,08	17,66	1,89	8,17	0,25	8,37	4,30	4,91	0,83	0,28	5,82	99,64
33	46,4	2,12	13,36	1,10	10,11	0,21	10,06	12,46	2,40	0,15	0,28	2,32	100,96
34	50,34	1,93	13,74	2,10	10,47	0,21	7,61	6,97	4,93	0,21	0,16	0,64	99,31
35	51,34	2,24	14,18	2,73	7,85	0,16	6,76	8,94	4,89	0,20	0,21	0,66	100,16
36	52,06	2,05	14,03	1,81	8,79	0,21	7,96	6,68	5,82	0,27	0,18	0,74	100,60
37	46,4	2,12	13,36	1,10	10,11	0,21	10,06	12,46	2,40	0,15	0,28	2,32	100,96
38	46,73	4,17	14,53	8,39	7,52	0,13	4,70	5,54	4,21	0,09	0,48	3,48	99,98
39	49,53	4,19	14,48	5,46	6,75	0,17	5,61	4,51	3,00	0,98	0,59	4,77	100,03
40	47,55	4,20	15,00	8,07	6,00	0,18	4,81	4,83	4,86	0,31	0,57	3,64	100,00
41	50,38	2,15	14,38	6,37	5,69	0,14	7,29	6,65	1,98	0,05	0,23	4,63	99,96
42	46,93	2,57	15,33	6,16	7,30	0,14	7,55	6,05	2,45	0,06	0,31	4,15	99,15
43	49,65	2,61	15,01	6,12	5,87	0,15	5,28	7,49	3,18	0,25	0,34	4,07	100,02
44	48,57	1,40	14,40	3,47	7,87	0,18	8,26	9,39	3,00	0,44	0,14	2,22	99,34
45	50,54	2,97	13,85	3,39	10,79	0,17	3,58	7,77	5,14	0,50	0,73	0,80	100,23
46	48,28	2,16	15,57	3,34	7,54	0,14	6,09	11,14	3,25	0,23	0,25	2,15	100,14
47	49,55	2,00	12,34	2,28	11,85	0,18	5,64	10,65	3,90	0,12	0,20	1,70	100,34
48	49,91	1,43	14,19	2,23	9,65	0,22	7,51	8,60	3,33	1,04	—	—	98,11
49	51,94	1,48	15,57	2,01	8,22	0,24	5,39	6,68	4,60	2,00	—	2,08	100,21
50	48,28	3,36	13,84	4,54	10,41	0,35	3,78	8,92	4,32	0,62	0,75	1,32	100,49
51	51,12	2,37	14,39	4,49	7,14	0,18	4,45	7,99	2,44	2,69	0,34	2,28	99,88
52	50,00	1,45	15,50	1,00	8,62	0,19	7,20	9,06	2,60	1,50	0,34	3,05	100,51
53	47,00	1,80	16,00	8,00	5,31	0,13	4,00	12,78	1,90	0,50	0,17	2,39	99,98
54	50,00	1,89	16,00	6,27	4,67	0,22	10,00	2,68	1,05	3,75	0,10	4,27	99,90
55	46,00	2,12	14,00	5,00	10,80	0,20	6,60	9,20	2,40	0,50	0,24	2,76	99,82

Примечание. 1–24 — базальты района деревни Поляковка (Анисимов и др., 1983ф); 1–13 — низкотитанистые; 14–24 — высокотитанистые; 25–37 — базальты восточного обрамления массива Тургож (Петров и др., 2002ф); 25–31 — низкотитанистые; 32–37 — высокотитанистые; 38–51 — базальты района гипербазитового массива Карабаш (Кузнецов и др., 2008ф); 52–55 — базальты Сиратурского рудного поля (собственные данные)

рифтов. Базальты обрамления Карабашского гипербазитового массива, также как и ордовикские вулканиты кураганской свиты Сиратурского рудного поля, образуют ком-

пактную область в левой (менее субщелочной) части поля эпиплатформенных континентальных рифтов. Базальты с островодужными характеристиками здесь не установлены.



1–2 — базальты района деревни Поляковка: 1 — низкотитанистые, 2 — высокотитанистые; 3–4 — базальты восточного обрамления гранитного массива Тургойак: 3 — низкотитанистые, 4 — высокотитанистые; 5 — базальты района гипербазитового массива Карабаш; 6 — базальты Сиратурского рудного поля (см. таблицу 1)

Рисунок 4. Диаграммы SiO_2 — (Na_2O+K_2O) (а), SiO_2 — $(FeO+Fe_2O_3)/MgO$ (б), TiO_2 — (Na_2O+K_2O) (в) и TiO_2 — al' (г) для ордовикских базальтов северной части ГУР

Поля составов базальтов: Щ — щелочное, СЩ — субщелочное (рисунок 4, а, б), Т — толеитовое, ИЩ — известково-щелочное; I — эпиплатформенных континентальных рифтов, II — островных дуг, III — срединно-океанических хребтов (рисунок 4, в); I — эпиплатформенных континентальных рифтов, II — срединно-океанических хребтов, III — эпигоренных континентальных рифтов, IV — островных дуг хребтов (рисунок 4, г). Поля составов базальтов заимствованы из работы Д.Е. Савельева и др. [9].

На другой характеристической диаграмме в координатах al' — TiO_2 , где $al' = Al_2O_3 / (FeO + Fe_2O_3 + MgO)$ (рисунок 4, г), также как и на предыдущей, рассматриваемые основные эффузивы отсутствуют в пределах полей островных дуг и эпигоренных континентальных рифтов. Все они расположились либо в области срединно-океанических хребтов, либо — эпиплатформенных континентальных рифтов, в большинстве своем, занимая участок пересечения последних. Определенно можно утверждать только то,

что низкотитанистые базальты поляковской свиты районов деревни Поляковка и гранитного массива Тургояк не выходят за пределы поля срединно-океанических хребтов.

Интерес представляет тот факт, что содержания редкоземельных элементов в основных эффузивах поляковской свиты района озера Тургояк независимо от того, являются ли они низкотитанистыми или высокотитанистыми, очень низкие и укладываются в довольно узкий интервал (в г/т) ($La=1,3-2,8$; $Ce=4,6-8,0$; $Sm=2,4-4,2$; $Yb=2,2-4,2$; $Lu=0,4-0,7$). Базальты с такими характеристиками редкоземельных элементов (РЗЭ) относятся к типу примитивных толеитовых и формируются в обстановке срединно-океанических хребтов [7]. Близкие к вышеуказанным значения РЗЭ установлены в низкотитанистых ордовикских породах района деревни Поляковка [8]. Однако в высокотитанистых базальтах здесь содержания редкоземельных элементов заметно выше (в г/т) ($La=18,2-27,3$; $Ce=40,3-51,3$; $Sm=4,2-5,4$; $Yb=1,1-2,2$; $Lu=0,3-0,5$), что отвечает геодинамическим обстановкам континентальных рифтовых зон и океанических островов [7]. По всем вышеперечисленным параметрам низкотитанистые породы поляковской свиты

близки к ордовикским шеметовским базальтам (Арамилско-Сухтелинская зона) [9], а высокотитанистые их разновидности — среднерифейской машакской (Башкирский мегантиклинорий) [10] и увельской (Зауральское поднятие) [9] свитам.

Выводы

1. В северной части Магнитогорской мезозоны наиболее ранние проявления вулканизма связаны с континентальным рифтогенезом и представлены ордовикскими субщелочными высокотитанистыми базальтами западного фланга поляковской и кураганской свит.

2. В ходе эволюции литосферы субщелочной характер эффузивов сменился толеитовым, приближаясь по составу к типу N-MORB (низкотитанистые базальты восточного фланга поляковской свиты), что характерно для геодинамической обстановки срединно-океанических хребтов.

3. Учитывая тот факт, что в вулканитах поляковской свиты в северном направлении постепенно растет содержание TiO_2 , можно предположить раскрытие Магнитогорской рифтовой системы в ордовике с юга на север.

Работа выполнена в рамках Государственного задания по теме № 0246-2019-0078.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Маслов В.А., Артюшкова О.В. Стратиграфия палеозойских образований Учалинского района Башкирии. Уфа: ИГ УфНИЦ РАН, 2000. 140 с.
2. Борисенко В.И., Курковская Л.А., Рязанцев А.В. Ордовикские конодонты в кремнисто-базальтовом комплексе Южного Урала (результаты научно-исследовательских работ на Уральском учебном полигоне) // Вестник МГУ. Серия 4. Геология. 1998. № 3. С. 52–55.
3. Рязанцев А.В., Дубинина С.В., Курковская Л.А. Ордовикский кремнисто-базальтовый комплекс Южного Урала и его связь с офиолитами. М.: ГЕОС, 1999. С. 5–23.
4. Знаменский С.Е. Позднеордовикско-раннесилурийский вулкано-интрузивный комплекс северной части Магнитогорского мегасинклинория и связанное с ним оруденение (Южный Урал). Уфа, 1994. 20 с.
5. Знаменский С.Е., Ковалев С.Г., Сначев В.И., Даниленко С.А., Знаменская Н.М., Рачев П.И. Платиноносность гипербазитовых массивов башкирской части зоны Главного уральского разлома. Уфа, 1994. 57 с.
6. Сначев В.И., Сначев А.В. Закономерности размещения золоторудных проявлений в углеродистых отложениях Белорецкого метаморфического комплекса // Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2014. № 2. С. 79–87.
7. Унксов В.А. Геодинамические реконструкции. Л.: Недра, 1989. 278 с.

8. Салихов Д.Н. Составы базальтов кембрия, ордовика и раннего силура на Южном Урале. Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2004. С. 106–121.

9. Савельев Д.Е., Сначев А.В., Пучков В.Н., Сначев В.И. Петрогеохимические и геодинамические особенности формирования ордовикско-раннесилурийских базальтов восточного склона Южного Урала. Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2006. С. 86–104.

10. Савельев Д.Е., Пучков В.Н., Ардисламов Ф.Р., Сначев В.И. Вулканогенные породы машакской свиты среднего рифея: геология и петрогеохимия // Литосфера. 2009. № 4. С. 3–26.

REFERENCES

1. Maslov V.A., Artyushkova O.V. *Stratigrafiya paleozoiskikh obrazovaniy Uchalinskogo raiona Bashkirii* [Stratigraphy of Paleozoic Formations of Uchaly District of Bashkiria]. Ufa, IG UfNTs RAN, 2000. 140 p. [in Russian].
2. Borisenok V.I., Kurkovskaya L.A., Ryzantsev A.V. *Ordovikskie konodonty v kremnisto-bazal'tovom komplekse Yuzhnogo Urala (rezul'taty nauchno-issledovatel'skikh rabot na Ural'skom uchebnom poligone)* [Ordovician Conodonts in the Silicon-Basalt Complex of the Southern Urals (the Results of Research Works at the Ural Training Ground)]. *Vestnik MGU. Seriya 4. Geologiya — Bulletin of Moscow University. Series 4. Geology*, 1998, No. 3, pp. 52–55. [in Russian].

3. Ryazantsev A.V., Dubinina S.V., Kurkovskaya L.A. *Ordovikskii kremnisto-bazal'tovyi kompleks Yuzhnogo Urala i ego svyaz' s ofiolitami* [Ordovician Siliceous-Basalt Complex of the Southern Urals and its Relationship with Ophiolites]. Moscow, GEOS Publ., 1999. pp. 5–23. [in Russian].
4. Znamenskii S.E. *Pozdneordoviksko-rannesiluriiskii vulkano-intruzivnyi kompleks severnoi chasti Magnitogorskogo megasinklinoriya i svyazannoe s nim orudnenie (Yuzhnyi Ural)* [Late Ordovician-Early Silurian Volcanic-Intrusive Complex in the Northern part of the Magnitogorsk Megasyneclorium and Associated Mineralization (Southern Urals)]. Ufa, 1994. 20 p. [in Russian].
5. Znamenskii S.E., Kovalev S.G., Snachev V.I., Danilenko S.A., Znamenskaya N.M., Rachev P.I. *Platinonosnost' giperbazitovykh massivov bashkirskoi chasti zony Glavnogo ural'skogo razloma* [Platinum-Bearing Hyperbasite Massifs of the Bashkir Part of the Zone of the Urals Fault]. Ufa, 1994. 57 p. [in Russian].
6. Snachev V.I., Snachev A.V. *Zakonomernosti razmeshcheniya zolotorudnykh proyavlenii v uglerodistykh otlozheniyakh Beloretskogo metamorficheskogo kompleksa* [Patterns of Placement of Gold Ore Manifestations in Carbon Deposits of the Beloretsk Metamorphic Complex]. *Vestnik VGU. Seriya: Geologiya — Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 2014, No. 2, pp. 79–87. [in Russian].
7. *Geodinamicheskie rekonstruktsii* [Geodynamic Reconstruction]. Leningrad, Nedra Publ., 1989. 278 p. [in Russian].
8. Salikhov D.N. *Sostavy bazal'tov kembriya, ordovika i rannego silura na Yuzhnom Urale* [The Compositions of the Cambrian, Ordovician and Early Silurian Basalts in the Southern Urals]. Ufa, DizainPoligrafServis, 2004. pp. 106–121. [in Russian].
9. Savel'ev D.E., Snachev A.V., Puchkov V.N., Snachev V.I. *Petrogeokhimicheskie i geodinamicheskie osobennosti formirovaniya ordoviksko-rannesiluriiskikh bazal'tov vostochnogo sklona Yuzhnogo Urala* [Petrogeochemical and Geodynamic Features of the Formation of the Ordovician-Early Silurian Basalts of the Eastern Slope of the Southern Urals]. Ufa: DizainPoligrafServis, 2006. pp. 86–104. [in Russian].
10. Savel'ev D.E., Puchkov V.N., Ardislamov F.R., Snachev V.I. *Vulkanogennyye porody mashakskoi svity srednego rifeya: geologiya i petrogeokhimiya* [Volcanic Rocks of the Mashak Formation of the Middle Riphean: Geology and Petrogeochemistry]. *Litosfera — Litosfera*, 2009, No. 4, pp. 3–26. [in Russian].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ ABOUT THE AUTHORS

Сначёв Владимир Иванович, д-р геол.-минерал. наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт геологии УФИЦ РАН. г. Уфа, Российская Федерация

Vladimir I. Snachev, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Chief Researcher, Institute of Geology UFRC RAS, Ufa, Russian Federation

e-mail: SAVant@inbox.ru

Сначёв Александр Владимирович, канд. геол.-минерал. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией рудных месторождений, Институт геологии УФИЦ РАН. г. Уфа, Российская Федерация

Aleksandr V. Snachev, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, Head of Ore Field Laboratory, Institute of Geology UFRC RAS, Ufa, Russian Federation

e-mail: SAVant@rambler.ru

Рыкус Михаил Васильевич, канд. геол.-минерал. наук, доцент кафедры «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Mikhail V. Rykus, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Assistant Professor of Geology and Oil and Gas Field Exploration Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: rykusmihail@mail.ru