

УДК 552.11 (470.5)

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА МЕЖДУРЕЧЬЯ СЕРТЫНЬЯ–МАНЬЯ

Кудрин Константин Юрьевич,

канд. геол.-минерал. наук, доцент каф. геологии Института
природопользования ФГБОУ ВПО «Югорский государственный университет»,
Россия, 628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16.
E-mail: kudringeo@inbox.ru

Актуальность работы обусловлена недостаточной степенью изученности района, несовершенством схемы магматизма, как интрузивного, так и эффузивного.

Цель работы: уточнение схемы развития магматизма территории на основании комплекса геологических наблюдений и результатов аналитических исследований.

Методы исследования: анализ ранее проведенных работ (геолого-съёмочных и тематических); полевые работы (документация, опробование); аналитические исследования: петрографические, рентген-флуоресцентные (ИГМ СО РАН, прибор AR α 9900XP, аналитик Н.М. Глухова), рентгеноспектральные (ИГГ УрО РАН, прибор СРМ-18, аналитики Н.П. Горбунова и Л.А. Татаринова), ICP–MS (ИГМ СО РАН, прибор Finnegan Element I, аналитик И.В. Николаева; ИГГ УрО РАН, прибор ELAN-9000, аналитики Н.Н. Адамович и Д.В. Киселева).

Результаты: Приведены результаты исследования магматитов палеоостроводужного сектора восточного склона Приполярного Урала, вскрытого долинами рек Щекурья, Сертынья, Поля и Манья от зоны Главного Уральского глубинного разлома до западной границы развития осадочных комплексов чехла Западно-Сибирской плиты. Новые данные позволили: обосновать присутствие в строении Щекуринского массива двух типов габброидов и сопоставить их с тагилыктымским и северорудничным комплексами; отнести ко второй фазе северорудничного комплекса диориты Сертыньинско–Щекуринского массива; предполагать задугово-спрединговую природу комплекса параллельных даек Маньинского и Польинского разрезов; сопоставить с го-благодатским и люльинским комплексами вулканогенные разрезы по рекам Щекурья и Сертынья соответственно.

Ключевые слова:

Приполярный Урал, палеоостроводужный сектор, магматизм, петрохимия, геохимия.

Описание района исследований

В структуре палеоостроводужного сектора Приполярного Урала площадь исследований охватывает район распространения магматических образований бассейна рек Манья, Поля, Щекурья и Сертынья от зоны Главного Уральского глубинного разлома (ГУГР) до развития плитных отложений Западной Сибири (рис. 1). Сложность геологического строения территории определяется полигенным характером габброидов Щекуринского массива. Другим важным элементом строения района являются вулканогенные образования, расположенные восточнее интрузивных массивов и характеризующиеся сильной изменчивостью петрографического состава, делающей уникальным каждый разрез, вскрываемый речной эрозией.

Территория характеризуется неравномерной и далеко неполной изученностью. Результаты обобщения ранее проведенных геолого-съёмочных и тематических работ нашли отражение в [1]. В 2010–2013 гг. нами получены новые данные, позволяющие уточнить ряд спорных вопросов схемы магматизма площади исследований.

В 2010–2012 гг. проведены полевые работы в бассейне рек Щекурья, Сертынья, Поля и Манья, в которых активное участие принимали студенты и магистранты геологических специальностей Югорского государственного университета в рамках учебных геолого-съёмочных и научно-исследовательских практик [2].

Аналитические исследования проведены в Институте геологии и минералогии (ИГМ) им. акад. В.С. Соболева СО РАН (г. Новосибирск) и в Институте геологии и геохимии (ИГГ) им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН (г. Екатеринбург). Анализ компонентного состава пород выполнен методом РФА на приборе AR α 9900XP в ИГМ СО РАН (аналитик Н.М. Глухова) и рентгеноспектральным методом на приборе СРМ-18 в ИГГ УрО РАН (аналитики Н.П. Горбунова и Л.А. Татаринова). Микроэлементный состав пород определен методом ICP–MS на приборах Finnegan Element I в ИГМ СО РАН (аналитик И.В. Николаева) и ELAN–9000 в ИГГ УрО РАН (аналитики Н.Н. Адамович и Д.В. Киселева). Аналитическим исследованиям предшествовало петрографическое изучение каменного материала.

Интрузивные образования площади исследований представлены Щекуринским и Сертыньинско-Щекуринским массивами.

Щекуринский массив сложен габброидами и является северным продолжением крупного Хорасюрского массива, особенности строения и состава которого описаны в [3]. Но в отличие от Хорасюрского в нем не установлены оливиновые габбро, нориты и габбронориты: Щекуринский массив сложен исключительно амфиболовыми и пироксен-амфиболовыми габбро. Полученные нами геологические, петрохимические и геохимические данные позволяют говорить о полигенном характере массива, в строении которого участвуют не менее двух типов габброидов.

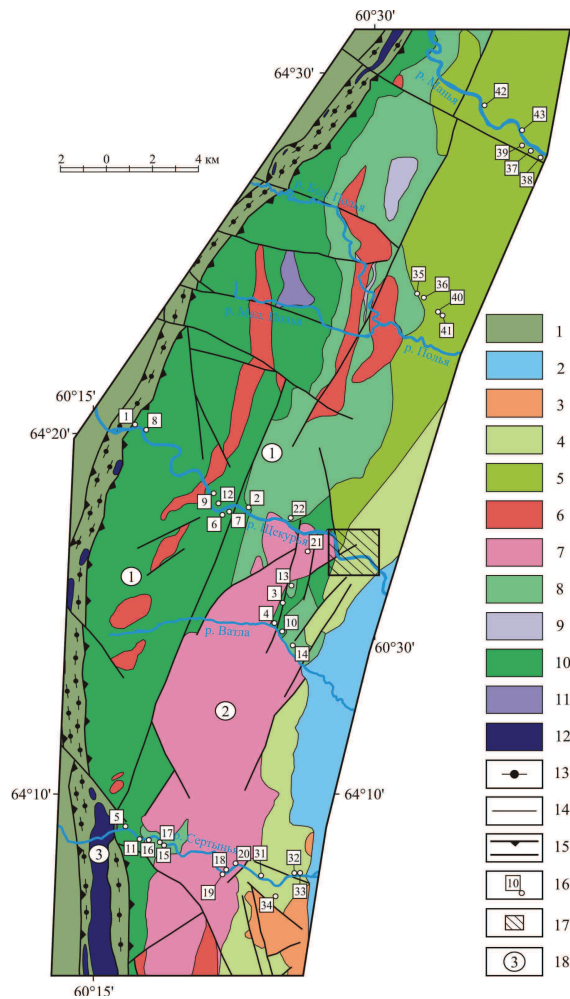


Рис. 1. Схема геологического строения района исследований. Составлена с использованием материалов М.М. Павлова (1990), В.В. Бочарева (1990), Н.А. Петенина (1994), А.В. Чурсина (2009). 1) мезозойско-кайнозойские отложения; 2) палеоконтинентальный сектор Урала; 3) вулканы рувшорской толщи; 4) базальты и долериты комплекса параллельных даек; 5) эффузивы соимшорской толщи; 6) плагиограниты невязанной принадлежности; 7) диориты северорудничного комплекса; 8) габброиды северорудничного комплекса; 9) серпентиниты невязанной принадлежности; 10) габброиды тагилокылтмского комплекса; 11) гипербазиты качканарского комплекса; 12) гипербазиты салатимского комплекса; 13) зона ГУГР; 14) геологические границы; 15) надвиги и разрывные нарушения; 16) точки отбора проб и их номера; 17) участок детальных исследований вулканогенного разреза (рис. 3); 18) массивы: 1 – Щекуринский; 2 – Сертыньинско-Щекуринский; 3 – Сертыньинский

В 2010 г. в береговых обнажениях р. Щекурья установлено развитие двух типов габбро: полосчатых (чередование меланократовых и лейкократовых разновидностей) и массивных, контакт между ними не зафиксирован. В 2011 г. в обнажениях по р. Сертынья нами задокументирован интрузивный контакт с зоной закалки: полосчатые габбро прорываются массивными. Контакт четко проявлен и в геофизических полях (рис. 2): полосчатые габбро

характеризуются отрицательными значениями магнитного поля; массивные – положительными. Геофизические данные позволяют предполагать контакт габброидов в районе устья руч. Кёлыхья (левый приток р. Щекурья). Кроме того, полосчатые габбро вмещают ксенолиты пироксенитов качканарского комплекса; в массивных габбро на р. Щекурья присутствуют ксенолиты расположенных восточнее вулканитов. Оба типа габброидов прорываются диоритами Сертыньинско-Щекуринского массива и гранитоидами неустоановленной принадлежности.

Полосчатые габбро слагают преимущественно западную часть Щекуринского массива, среди них обособляются пегматоидные образования с постепенными и секущими взаимоотношениями с нормальными габбро. Микроструктуры пород гипидиоморфные, габбровые. Массивные габбро распространены в восточной части массива, микроструктуры пород призматическизернистые, офитовые.

Одно из минералогических отличий пород – в массивных габбро постоянно присутствует пироксен (диопсид), в полосчатых габбро пироксен не зафиксирован. Первичные амфиболы полосчатых габбро по составу отвечают ряду эденит–паргасит–ферроэденит–ферропаргасит. Амфибол массивных габбро – магнезиальная роговая обманка. По составу плагиоклаза в полосчатых габбро установлены сосуществующие андезин, лабрадор, битовнит и анортит (при этом зональное строение отсутствует). Плагиоклазы массивных габбро обычно зональны: в ядре имеют анортитовый состав, к периферии он меняется до битовнита и лабрадора. Набор первичных акцессорных минералов габброидов практически идентичен: магнетит, ильменит, апатит, сфен, циркон; следует отметить отсутствие титаномagnetита в составе массивных габбро.

Диориты Сертыньинско-Щекуринского массива прорывают все описываемые габброиды площади, что отмечалось по результатам геологических съемок в этом районе [4]. Породы массивные с субофитовыми микроструктурами, сложены пироксеном, амфиболом, плагиоклазом и кварцем. Кроме того, в составе диоритов присутствует переменное количество резко ксеноморфного калишпата, за счет которого породы приобретают монцитовую структуру. Как будет показано далее, диориты петрогеохимически близки массивным габбро восточной части Щекуринского массива, поэтому рассматриваются нами как вторая фаза становления единого магматического комплекса.

Пироксены диоритов соответствуют диопсиду, амфиболы разделились на эденит и магнезиальную роговую обманку, плагиоклаз принадлежит кислому андезину–олигоклазу, часто имеет отчетливое зональное строение. Акцессорные минералы представлены титанистым магнетитом, ильменитом, сфеном, апатитом и цирконом.

Вулканогенные разрезы изучены нами по береговым обнажениям рек Сертынья, Щекурья,

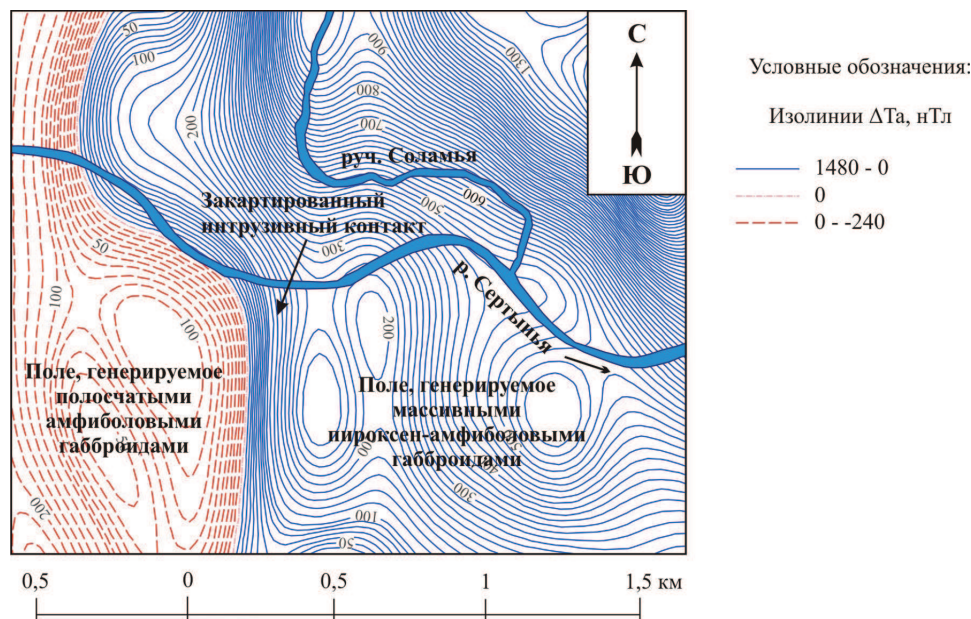


Рис. 2. Контакт полосчатых и массивных габброидов в магнитном поле (по материалам ОАО «Уральская геофизическая экспедиция», А.В. Чурсин, 2009)

Полья и Манья. Эффузивы простираются в север–северо-восточном направлении с падением на восток–юго-восток, образуя моноклиналиную структуру.

Маньинский разрез подробно описан В.В. Бочкаревым [5]. Им приведена петрографическая характеристика пород, рассмотрены их взаимоотношения, поэтому мы не будем приводить характеристику разреза, отметив вслед за автором, что в береговых обнажениях вскрыт комплекс параллельных даек, в том числе образования типа «дайка в дайке». Дайковый комплекс представлен однородными долеритами, изменяющимися от микро- до среднезернистых в зависимости от мощности слагаемых ими тел. Среди даек отмечаются редкие скрины черных базальтов. В западной части разреза (в правом борту р. Манья в районе устья руч. Тарыгья) нами наблюдалось инъекционное внедрение массивных габбро в описываемые долериты.

Под *Польинским разрезом* нами понимается участок, вскрытый при строительстве автодороги Саранпауль–Неройка. Обнажающиеся здесь образования полностью аналогичны Маньинскому разрезу. В своей западной части они прорваны амфиболовыми плагитогранитами невыясненной принадлежности.

Субвулканические и вулканогенные образования Польинского и Маньинского разрезов отнесены В.В. Бочкаревым к спилит-кварц-альбитофировой формации раннего силура по аналогии с раннесилурийскими спилитами Западно-Тагильской зоны [5].

Щекуринский разрез также описан В.В. Бочкаревым и отнесен к ордовикской кремнисто-спилит-диабазовой формации [5]. Описание этого разреза присутствует в пояснительной записке к Государственной геологической карте [4], а также в от-

чете по ГС-50 (Э.Г. Негурица, 1970). При этом все три описания отличаются друг от друга, поэтому мы приводим результаты полевого изучения Щекуринского разреза.

В строении вулканогенного разреза по р. Щекурья выделены четыре пачки пород (рис. 3). Западную пачку слагают интерсертальные базальты с редкими порфировыми выделениями плагиоклаза и диопсида, магнитные акцессории – титанистый магнетит и титаномagnetит. Аналогичные породы встречены в ксенолитах массивных габбро Щекуринского массива. Мощность пачки 370 м.

Восточнее картируется пачка андезитов, среди которых наблюдаются маломощные прослои базальтов. Значительную роль здесь играют кластолавы, обломки в которых представлены преимущественно миндалекаменными андезитами. В верхней части пачки среди обломков появляются вишнево-красные риолиты. Пироксен в андезитах также представлен диопсидом. Мощность пачки 250 м.

Третья пачка представлена сложно чередующимися базальтами (преобладают) и андезитами с порфировыми выделениями диопсида. Количество порфировых выделений достигает местами 50 % объема породы. В кровле пачки картируются дациты. Характерной особенностью вулканитов пачки является присутствие хромита в акцессорной фазе при полном отсутствии магнетита и титаномagnetита. Мощность пачки 200 м.

Наращивают разрез в восточном направлении порфировые (в порфировых выделениях кварц, альбит и изредка хлоритизированная роговая обманка) риолиты, принимающие местами малиново-красную окраску. В породах часто присутствуют многочисленные обломки эффузивов среднего состава. В риолитах наблюдается повышенное содержание акцессорных минералов – апатит, циркон,

титанистый магнетит, титаномагнетит, вторичные сфен и рутил. Мощность верхней пачки 250 м.



Рис. 3. Схема геологического строения участка детальных исследований вулканитов Щекуринского разреза: 1) мезозойско-кайнозойские отложения; 2) риолиты, дациты; 3) андезиты, литокластолавы андезитового состава; 4) базальты, андезибазальты; 5) диориты; 6) полосчатые габбро; 7) разрывные нарушения; 8) точки наблюдения; 9) точки геохимического опробования и их номера

Западный контакт вулканитов с габброидами в Щекуринском разрезе срезан тектоническим нарушением. Однако западнее него в массивных габбро установлены крупные ксенолиты базальтов, аналогичных базальтам нижней пачки.

Сертыньинский опорный разрез описан в отчете М.М. Павлова по ГДП-50, слагающие его вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы им рассматриваются в ранге соимпорской толщи позднего силура (М.М. Павлов, 1990). В восточной части разреза по подошве подушечных лав черных миндалекаменных базальтов им проведена подошва рушорской толщи нижнего девона, в которую входят и распространенные южнее молассоиды. Поэтому мы также не останавливаемся на петрографической характеристике разреза. В.В. Бочкарев отнес породы Сертыньинского разреза к трахибазальт-трахиандезитовой формации раннего девона [5].

Западный контакт вулканитов с диоритами Сертыньинско-Щекуринского массива завуалирован мощным кремне-натриевым метасоматозом, продукты которого развиты как по диоритам, так и по эффузивам.

Петрогеохимическая характеристика пород

Петрогеохимическая характеристика магматических пород описываемой территории (таблица) приведена в сопоставлении с результатами обобщения данных по результатам геолого-съёмочных и тематических работ в пределах Пуйвинской,

Ятринской и Хорасюрской площадей [1], что отражено на рис. 4, 7.

Лейкократовые разности полосчатых габбро, слагающие западную часть Щекуринского массива, тяготеют к составам субщелочных пород (трахиандезибазальты), реже – к составам пород нормальной щелочности (андезибазальты); мезократовые соответствуют составам пород нормальной щелочности (базальты); меланократовые – в равной степени к составам субщелочных пород и пород нормальной щелочности (умеренно-щелочные пикробазальты и ультраосновные пикробазальты) (рис. 4, А). На диаграмме Л.С. Бородина составы полосчатых габбро образуют относительно компактный рой фигуративных точек, формирующих эволюционный тренд от толеитовой до субщелочной серии (рис. 4, Б).

Для минералогических разновидностей полосчатых габбро характерны однотипные тренды распределения нормированных содержаний редкоземельных элементов (РЗЭ) при заметном дефиците концентраций тяжелых лантаноидов и слабо выраженной положительной Eu аномалии (рис. 5, А). При этом содержание РЗЭ возрастает от меланократовых к лейкократовым разновидностям. Аналогично увеличивается степень фракционирования РЗЭ (La/Yb): от 1,6 для меланократовых до 12 для лейкократовых габбро. Это может указывать на взаимосвязь формирования пород с процессами магматической дифференциации. Габбро сопоставимы по геохимическим параметрам с породами тагилкытлымского комплекса Хорасюрского массива [3], а также с РЗЭ-геохимией габброидов петротипа – Тагильского массива [6].

Микроэлементные составы описываемых пород, нормированные по составу примитивной мантии (рис. 6, А), демонстрируют особенности, присущие магматическим образованиям, продуцируемым в условиях островных дуг.

Массивные габбро Щекуринского массива и диориты Сертыньинско-Щекуринского массива на петрохимических диаграммах обнаруживают полное соответствие петрографического и петрохимического составов (рис. 4, А), образуя единый эволюционный ряд от толеитовых до известковых производных (рис. 4, Б).

Предполагаемое генетическое родство массивных габбро и диоритов подтверждается и геохимическими данными: породы имеют характерное распределение РЗЭ при степени фракционирования La/Yb=0,7–2,6 (с нарастанием от основных пород к средним) и отрицательную Eu аномалию (рис. 5, Б). Геохимические особенности пород сопоставимы с диоритами верхнетагильского комплекса бассейна р. Сертынья [3]. Микроэлементные составы массивных габбро и диоритов на спайдер-диаграмме (рис. 6, Б), демонстрируют особенности, присущие магматическим образованиям, продуцируемым в условиях островных дуг, отличаясь от эталонного состава несколько пониженными содержаниями всех элементов.

Таблица. Химический состав магматитов Щекуринской площади (%)

Точка	1	2	3	4	5	6	7	3-1	8
Проба	13	1,3	3,28	3,32	P-20	2,5	2,3	3,27	7
SiO ₂	41,58	40,39	53,15	48,62	–	51,98	51,65	52,29	45,04
TiO ₂	1,01	0,92	0,57	0,94	–	0,86	0,86	0,59	0,94
Al ₂ O ₃	21,60	17,98	22,47	19,51	–	17,53	17,05	16,57	14,38
Fe ₂ O ₃	11,15	13,63	4,41	9,97	–	8,90	10,01	9,77	9,91
MnO	0,19	0,19	0,07	0,15	–	0,16	0,17	0,17	0,15
MgO	5,52	6,98	2,34	5,87	–	5,19	5,17	5,12	13,43
CaO	12,82	14,28	7,70	10,21	–	8,39	8,58	8,47	12,35
Na ₂ O	2,39	1,57	6,13	3,83	–	3,67	3,65	2,50	1,66
K ₂ O	0,31	0,62	0,30	0,35	–	0,81	0,91	0,92	0,16
P ₂ O ₅	0,33	1,53	0,15	0,15	–	0,20	0,24	0,12	0,04
ППП	3,29	1,16	1,66	0,91	–	1,96	1,65	2,77	2,33
Сумма	100,19	99,27	98,98	100,53	–	99,66	99,95	99,31	100,4
Sc	29	33	13,8	36	40	37	41	42	133
V	361	802	173	314	250	250	271	320	418
Cr	25	5,4	18,2	64	48	59	60	79	422
Ni	13,8	15,8	21	35	28	28	114	31	109
Cu	146	668	83	140	101	164	473	121	11,5
Zn	77	70	43	82	88	75	379	72	61
Rb	5,5	7,4	1,81	0,96	9,8	9,9	12,4	12,7	4,7
Sr	1148	1368	1876	1123	650	611	556	337	411
Y	8,1	12,4	5,1	19,9	28	18,7	21	17,1	11,1
Zr	10,4	6,1	48	95	114	53	94	36	22
Nb	1,72	0,11	0,81	1,70	2,60	1,41	1,88	0,47	1,29
Cs	0,43	<0,1	<0,1	<0,1	0,18	0,17	0,20	0,30	<0,1
Ba	44	93	107	73	145	109	111	108	29
La	2,7	4,9	3,5	5,3	12	7,1	8,9	5,1	2,1
Ce	7,9	13,5	8,4	18,1	31	21	26	13,7	5,2
Pr	1,53	2,6	1,33	3,7	4,8	3,7	4,5	2,1	0,91
Nd	7,6	15,3	6,2	17,7	22	17,5	19,8	9,6	4,4
Sm	2,3	4,0	1,48	4,4	5,6	4,3	4,8	2,6	1,29
Eu	0,90	1,37	0,50	1,24	1,56	1,26	1,51	0,84	0,59
Gd	2,3	4,3	1,25	4,4	5,7	3,8	4,8	2,8	1,76
Tb	0,31	0,55	0,15	0,69	0,81	0,56	0,68	0,41	0,28
Dy	1,52	2,6	0,9	3,6	4,1	2,7	3,6	2,9	1,86
Ho	0,30	0,42	0,21	0,69	0,73	0,58	0,68	0,55	0,37
Er	0,70	1,04	0,52	2,1	2,1	1,60	1,95	1,65	1,00
Tm	0,095	0,12	0,07	0,31	0,32	0,22	0,31	0,27	0,15
Yb	0,49	0,60	0,40	1,90	1,97	1,45	1,82	1,80	0,91
Lu	0,07	0,09	0,06	0,28	0,29	0,23	0,28	0,25	0,14
Hf	0,57	0,25	1,53	3,5	2,8	1,69	2,9	1,91	0,78
Ta	0,11	<0,1	<0,1	<0,1	0,13	<0,1	0,14	<0,1	<0,1
Th	0,06	0,11	0,14	0,24	0,90	0,19	0,73	0,57	0,19
U	0,03	0,08	0,08	0,14	0,39	0,19	0,22	0,22	0,08

Продолжение таблицы

Точка	4-1	9	10	11	12	13	14	15	16
Проба	3,30	3,6	3,35	P-24	3,4	3,26	3,36	Л-8	P-27
SiO ₂	43,67	53,38	55,33	55,63	51,31	49,51	49,66	49,00	57,26
TiO ₂	1,04	1,19	0,58	0,57	1,05	0,61	0,63	0,64	0,57
Al ₂ O ₃	17,60	20,02	24,10	16,34	15,64	14,95	16,58	16,70	16,28
Fe ₂ O ₃	13,97	6,63	2,86	9,07	11,77	7,90	10,39	10,74	9,30
MnO	0,14	0,15	0,02	0,15	0,19	0,16	0,19	0,19	0,16
MgO	6,84	2,28	0,99	4,66	4,81	10,78	6,82	7,20	4,03
CaO	12,24	6,20	7,27	7,90	8,42	10,41	11,80	10,97	7,55
Na ₂ O	2,22	6,67	6,70	2,82	3,87	3,00	1,76	2,05	2,92
K ₂ O	0,27	0,58	0,29	0,96	0,43	0,24	0,29	0,55	0,72
P ₂ O ₅	0,03	0,52	0,16	0,11	0,12	0,06	0,08	0,06	0,12
ППП	1,79	1,47	1,58	1,84	2,46	2,46	1,91	1,60	1,28
Сумма	99,83	99,14	99,88	100,02	100,07	100,09	100,12	99,72	100,19
Sc	63	12,2	3,8	40	44	50	55	54	34
V	796	170	96	253	338	223	337	313	237
Cr	16,7	<1	64	46	19,6	637	34	88	29
Ni	35	<5	35	31	11,9	151	29	41	20
Cu	12,4	173	140	29	86	123	69	122	60
Zn	95	83	82	71	82	57	78	60	76
Rb	0,92	5,4	2,6	12,7	7,2	3,4	3,1	6,4	9,0
Sr	544	1777	2262	400	290	164	271	322	395
Y	5,8	23	2,0	19,1	24	14,8	22	15,4	16,0
Zr	13	18	7,8	101	60	28	21	51	43
Nb	1,28	1,93	0,40	0,61	0,43	1,04	0,49	0,25	0,47
Cs	<0,1	0,10	<0,1	0,51	0,13	0,10	<0,1	0,18	0,22
Ba	45	311	97	75	52	36	42	48	101
La	2,3	24	1,01	5,0	3,5	1,7	2,5	2,9	4,7
Ce	5,9	54	2,6	13,6	9,9	4,2	7,9	8,2	11,9
Pr	0,98	8,8	0,42	1,92	1,75	0,79	1,47	1,43	1,62
Nd	4,7	38	1,96	9,1	8,6	3,8	8,6	7,1	7,2
Sm	1,10	7,8	0,60	2,2	2,4	1,30	2,8	2,0	2,0
Eu	0,43	2,8	0,37	0,64	0,88	0,49	0,82	0,62	0,56
Gd	1,23	7,1	0,5	2,2	3,2	1,89	2,9	1,88	1,89
Tb	0,15	0,90	0,06	0,41	0,57	0,35	0,54	0,35	0,35
Dy	0,95	4,4	0,26	2,4	3,4	2,6	3,5	2,3	2,2
Ho	0,19	0,71	0,06	0,49	0,79	0,51	0,73	0,46	0,43
Er	0,45	1,90	0,19	1,36	2,2	1,52	2,4	1,36	1,34
Tm	0,06	0,27	0,03	0,22	0,35	0,26	0,41	0,19	0,20
Yb	0,37	1,39	0,19	1,44	2,1	1,60	2,6	1,20	1,30
Lu	0,05	0,18	0,03	0,22	0,32	0,26	0,37	0,18	0,20
Hf	0,62	0,79	0,50	1,80	2,0	1,13	1,06	1,08	1,09
Ta	<0,1	0,11	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Th	0,12	0,22	0,03	0,15	0,35	0,27	0,14	0,39	0,58
U	0,08	0,11	0,03	0,06	0,22	0,08	0,07	0,15	0,21

Продолжение таблицы

Точка	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Проба	Л-5	К-20	Б-8/2	К-13/3	1,7	1,6	2,7/2	2,9	К-7
SiO ₂	–	61,81	–	60,71	63,32	54,15	54,66	51,07	62,97
TiO ₂	–	0,50	–	0,50	0,30	1,16	1,83	1,69	0,51
Al ₂ O ₃	–	14,48	–	15,10	17,99	14,87	12,60	14,14	16,32
Fe ₂ O ₃	–	6,78	–	7,70	3,80	9,89	15,94	15,07	6,41
MnO	–	0,10	–	0,12	0,08	0,15	0,10	0,15	0,11
MgO	–	3,98	–	4,99	1,10	3,98	2,72	5,42	2,55
CaO	–	6,21	–	3,29	5,47	7,11	4,52	5,38	2,61
Na ₂ O	–	3,81	–	3,64	4,32	3,69	3,75	2,06	5,81
K ₂ O	–	0,63	–	1,53	0,97	0,94	0,78	1,39	0,65
P ₂ O ₅	–	0,08	–	0,09	0,07	0,30	0,25	0,16	0,12
ППП	–	1,75	–	2,46	2,09	2,50	3,38	4,03	1,70
Сумма	–	100,12	–	100,12	99,53	98,76	100,54	100,57	99,78
Sc	34	36	32	37	16,3	36	45	48	34
V	234	177	160	168	56	301	361	288	86
Cr	52	55	58	50	2,4	90	9,2	11,6	3,4
Ni	29	26	32	21	<5	42	11,2	13,4	<5
Cu	86	36	44	57	35	230	66	30	26
Zn	61	29	35	79	36	90	97	108	93
Rb	10,1	6,4	5,3	19,7	17,8	16,7	13,2	42	9,3
Sr	613	298	295	275	214	349	181	85	202
Y	16,4	22	20	17,7	17,0	34	54	47	23
Zr	52	78	77	136	42	174	133	94	62
Nb	0,51	0,87	0,80	0,69	0,55	3,3	5,4	3,1	0,76
Cs	0,25	0,15	<0,1	0,33	0,17	0,20	0,14	0,68	0,17
Ba	148	89	93	193	85	144	53	55	75
La	4,0	5,1	5,6	4,5	2,7	16,2	7,7	4,7	3,8
Ce	11,0	13,8	14,2	11,8	6,5	39	20	13,5	10,5
Pr	1,59	2,0	2,0	1,58	1,03	6,6	3,6	2,4	1,66
Nd	7,1	9,1	8,5	7,5	5,1	29	17,4	12,0	8,4
Sm	1,96	2,4	2,3	2,0	1,75	6,5	5,3	4,1	2,3
Eu	0,62	0,54	0,53	0,45	0,56	1,57	1,62	1,18	0,76
Gd	2,1	2,5	2,3	2,0	2,2	6,6	7,8	6,3	3,3
Tb	0,33	0,46	0,43	0,38	0,36	0,96	1,3	1,1	0,47
Dy	2,1	2,6	2,5	2,1	2,4	5,0	8,5	6,7	3,4
Ho	0,44	0,55	0,52	0,46	0,55	0,97	1,75	1,56	0,80
Er	1,33	1,66	1,68	1,41	1,63	3,0	5,2	4,4	2,1
Tm	0,19	0,27	0,27	0,23	0,24	0,48	0,81	0,71	0,36
Yb	1,28	1,83	1,90	1,49	1,54	2,9	5,2	4,1	2,3
Lu	0,19	0,26	0,26	0,22	0,24	0,41	0,75	0,66	0,34
Hf	1,26	2,3	2,1	1,71	1,35	5,1	4,0	2,9	2,1
Ta	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,22	0,39	0,22	<0,1
Th	0,42	0,73	0,81	0,63	0,46	2,0	0,61	0,28	0,57
U	0,15	0,27	0,33	0,21	0,22	0,95	0,14	0,08	0,19

Продолжение таблицы

Точка	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Проба	К-9	1,11	1,12/2	3,14	3,20	К-31	К-25	К-22	Р-2
SiO ₂	48,64	64,64	50,65	77,77	73,41	–	55,01	52,83	–
TiO ₂	0,26	0,41	0,20	0,26	0,32	–	1,02	1,07	–
Al ₂ O ₃	14,00	14,00	11,75	10,25	12,51	–	16,98	17,52	–
Fe ₂ O ₃	9,25	5,19	9,23	2,20	3,31	–	8,51	9,95	–
MnO	0,13	0,11	0,23	0,03	0,05	–	0,14	0,13	–
MgO	9,26	1,87	11,05	0,59	0,69	–	3,33	4,84	–
CaO	9,19	6,96	7,73	1,56	1,06	–	4,86	2,69	–
Na ₂ O	3,69	3,71	4,07	4,89	6,33	–	6,33	5,94	–
K ₂ O	0,07	0,19	0,07	0,77	0,45	–	0,25	1,35	–
P ₂ O ₅	0,03	0,08	0,03	0,05	0,08	–	0,25	0,30	–
ППП	5,60	2,88	3,95	1,30	1,58	–	3,56	3,38	–
Сумма	100,13	100,05	98,95	99,69	99,80	–	100,24	100,02	–
Sc	42	27	40	11	16,1	34	30	31	35
V	202	63	184	65	31	259	242	256	239
Cr	520	5,0	646	8,0	19,4	30	14	13	24
Ni	169	<5	181	5,7	<5	24	20	22	24
Cu	125	28	831	44	93	55	226	277	78
Zn	58	142	79	18,3	79	75	90	113	88
Rb	4,2	3,5	2,8	4,8	2,9	4,9	1,51	40	42
Sr	59	65	106	53	66	309	79	507	561
Y	9,1	20	10,4	17	22	24	30	33	40
Zr	19,7	42	21	72	61	144	217	221	139
Nb	0,11	0,36	<0,1	0,80	0,81	2,4	3,0	3,1	2,5
Cs	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,20	<0,1	0,29	0,79	0,69
Ba	11,3	17,3	9,6	78	22	66	27	55	97
La	0,78	1,78	1,71	4,4	3,7	11,2	14,0	15,3	17,5
Ce	2,2	5,0	2,6	12,7	9,5	28	36	38	33
Pr	0,36	0,90	0,57	1,79	1,67	4,2	5,7	6,0	6,2
Nd	1,66	4,8	2,8	8,1	7,5	17,9	25	27	27
Sm	0,52	1,66	0,87	2,3	2,1	4,0	5,4	6,0	6,2
Eu	0,22	0,58	0,37	0,49	0,65	1,28	1,35	1,46	1,66
Gd	0,86	2,4	1,17	2,3	3,0	4,4	5,1	5,8	6,3
Tb	0,18	0,44	0,21	0,40	0,47	0,67	0,76	0,84	0,98
Dy	1,23	2,8	1,29	2,6	3,0	3,5	4,5	4,5	5,7
Ho	0,27	0,63	0,29	0,56	0,67	0,67	0,84	0,87	1,06
Er	0,84	1,92	0,90	1,83	2,2	1,88	2,3	2,4	2,9
Tm	0,14	0,31	0,15	0,30	0,34	0,27	0,33	0,35	0,44
Yb	0,96	1,79	1,01	2,0	2,3	1,80	2,0	2,3	2,5
Lu	0,15	0,29	0,15	0,29	0,32	0,27	0,29	0,33	0,38
Hf	0,75	1,5	0,73	2,7	2,4	3,2	4,3	4,4	3,4
Ta	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,11	0,16	0,14	0,11
Th	0,14	0,25	0,19	0,87	0,55	1,22	1,51	1,56	1,21
U	0,06	0,14	0,06	0,63	0,25	0,45	0,67	0,54	0,24

Окончание таблицы

Точка	35	36	37	38	39	40	41	42	43
Проба	K-38	K-41	K-55	K-60/1	K-61	K-49	K-50	K-81/2	K-88
SiO ₂	48,48	46,51	46,86	54,03	51,16	51,13	48,50	53,10	46,47
TiO ₂	1,02	1,32	1,52	1,17	1,48	1,23	1,29	1,13	1,35
Al ₂ O ₃	14,03	14,04	12,94	13,31	12,44	12,40	14,53	13,25	12,45
Fe ₂ O ₃	11,59	17,32	19,20	14,44	17,48	16,29	15,53	15,64	18,81
MnO	0,18	0,22	0,24	0,18	0,22	0,29	0,23	0,13	0,39
MgO	8,56	5,96	8,51	5,30	6,34	6,64	6,51	7,18	8,65
CaO	9,46	7,23	3,46	3,62	2,80	5,56	5,44	1,80	4,23
Na ₂ O	2,90	4,10	3,55	4,72	4,31	4,05	4,10	4,00	3,56
K ₂ O	0,35	0,03	0,05	0,45	0,04	0,25	0,37	0,03	0,04
P ₂ O ₅	0,13	0,17	0,17	0,17	0,26	0,15	0,20	0,26	0,14
ППП	3,30	2,90	3,60	2,60	3,20	1,70	2,90	3,30	3,60
Сумма	100,00	99,80	100,08	99,97	99,74	99,69	99,59	99,82	99,69
Sc	33,06	36,71	32,48	26,31	24,02	32,82	35,33	31,11	39,11
V	230,36	326,49	342,75	244,02	186,24	279,22	329,19	367,19	352,31
Cr	180,12	58,41	28,45	41,54	15,99	61,74	159,71	146,26	121,58
Ni	53,75	31,92	19,72	20,79	8,86	39,47	49,90	75,92	68,40
Cu	15,25	20,40	33,17	22,49	19,59	30,10	51,11	21,09	17,75
Zn	0,00	6,50	33,64	65,38	13,78	2,73	35,05	45,99	38,18
Rb	1,94	0,06	0,36	3,65	0,79	1,81	2,76	0,38	0,25
Sr	171,08	45,92	71,55	68,12	42,54	202,90	170,54	27,92	26,73
Y	18,24	27,59	34,79	43,88	52,57	25,33	28,73	28,76	27,82
Zr	41,33	64,76	92,17	153,94	151,97	64,14	71,27	74,93	64,96
Nb	1,68	1,96	3,63	3,84	5,47	2,48	2,85	1,56	1,87
Cs	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,05	0,04
Ba	47,77	5,87	13,83	48,97	11,62	33,78	38,62	16,93	13,35
La	2,28	3,14	4,96	3,79	8,46	3,31	3,44	3,82	2,42
Ce	7,32	10,36	14,75	14,37	26,60	11,31	11,39	7,94	8,31
Pr	1,12	1,69	2,37	2,34	4,03	1,68	1,70	1,93	1,43
Nd	6,21	9,33	11,95	13,04	20,23	9,04	9,58	9,24	8,20
Sm	2,14	3,23	4,07	5,00	6,73	3,04	3,25	4,23	3,32
Eu	0,81	1,21	1,48	1,36	2,00	1,11	1,16	1,04	1,05
Gd	2,28	3,37	4,44	5,15	7,25	3,24	3,69	4,10	3,40
Tb	0,51	0,75	0,92	1,18	1,44	0,72	0,76	0,32	0,76
Dy	3,52	5,27	6,22	8,13	10,21	4,77	5,19	5,98	5,62
Ho	0,72	1,12	1,34	1,78	2,07	1,00	1,11	1,14	1,17
Er	2,19	3,46	4,06	5,57	6,44	3,04	3,36	3,43	3,48
Tm	0,32	0,46	0,56	0,80	0,93	0,44	0,51	0,44	0,49
Yb	2,13	3,12	3,90	5,30	6,22	2,99	3,30	3,88	3,49
Lu	0,29	0,46	0,55	0,80	0,91	0,45	0,45	0,61	0,51
Hf	1,25	1,97	2,75	4,68	4,74	1,98	2,15	2,30	2,29
Ta	0,10	0,13	0,22	0,25	0,30	0,13	0,18	0,14	0,13
Th	0,18	0,23	0,39	0,57	0,65	0,25	0,28	0,17	0,17
U	0,08	0,09	0,17	0,20	0,25	0,10	0,10	0,12	0,11

Примечания: Тагилкопытлимский комплекс: 1–5 – роговообманковое габбро; 6, 7, 3–1 – роговообманковое кварцевое габбро; 8, 4–1 – роговообманковое меланократовое габбро; 9, 10 – роговообманковое лейкократовое габбро; 11 – роговообманковое габбро окварцованное. Северорудничный комплекс: 12, 13 – пироксен-роговообманковое габбро; 14, 15 – роговообманковое габбро; 16, 17 – роговообманковое кварцевое габбро; 18 – роговообманковый диорит; 19–21 – роговообманковый кварцевый диорит. Эффузивы: Щекуринский разрез: нижняя пачка: 22 – пироксеновый базальт (ксенолит в габбро); 23 – андезибазальт; 24 – базальт; вторая пачка: 25 – пироксен-плагиоклазовый андезит; третья пачка: 26 – пироксеновый базальт; 27 – пироксен-плагиоклазовый дацит; 28 – пироксеновый базальт; верхняя пачка: 29, 30 – риолит; Сертыньинский разрез: 31 – плагиоклазовый андезибазальт; 32 – плагиоклазовый андезит; 33, 34 – пироксен-плагиоклазовый базальт; Маньинский и Польинский разрезы: 35–39 – долерит; 40–43 – базальт.

Вулканогенные и субвулканические образования описываемой территории обнаруживают значительные различия как петрохимических, так и геохимических параметров, подчеркивающих уникальность разрезов, вскрытых эрозионной деятельностью водотоков площади.

Фигуративные точки составов пород Маньинского и Польинского разрезов располагаются в полях базальтов, трахибазальтов, андезибазальтов и трахиандезибазальтов (рис. 7, А), имея при этом натриевый тип щелочности (таблица, образцы 35–43. На диаграмме Л.С. Бородин составы описываемых пород соответствуют субщелочным и известково-щелочным сериям (рис. 7, Б).

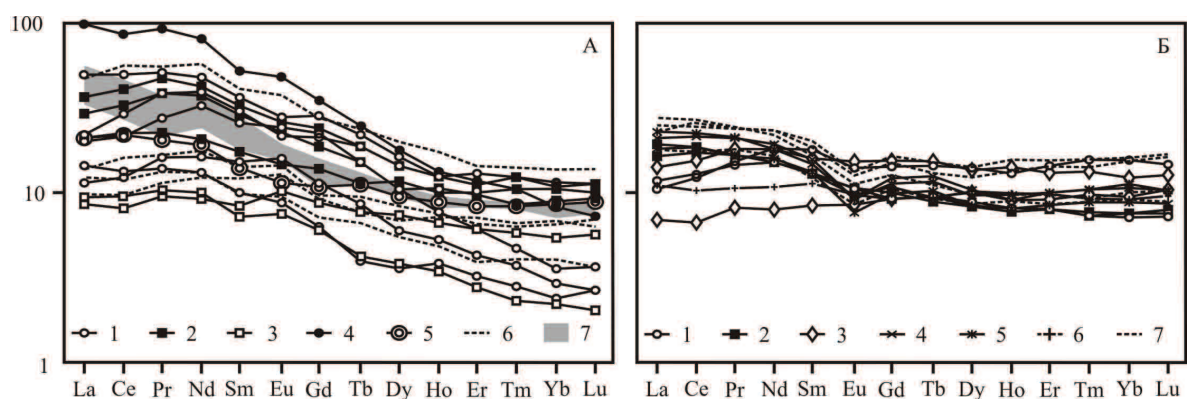
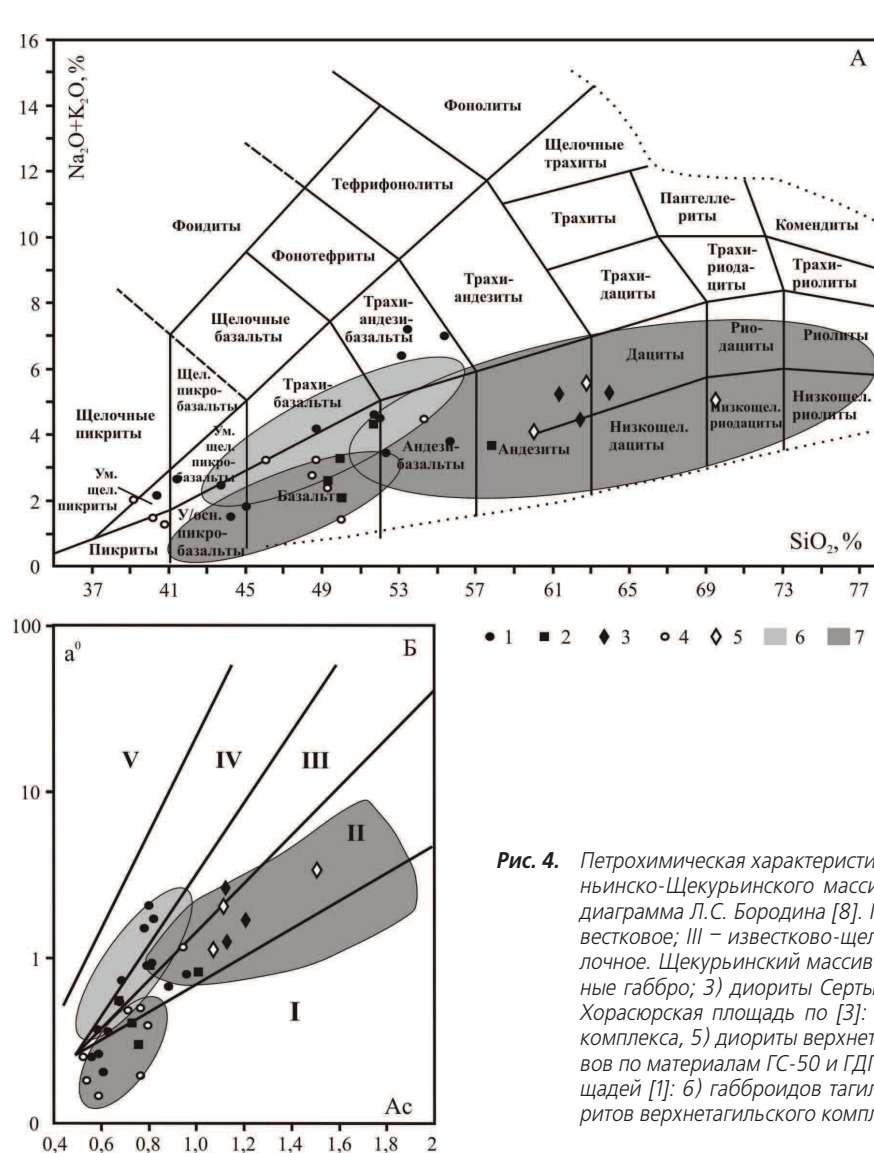
Микроэлементный состав пород Маньинского и Польинского разрезов как по характеру нормализованных содержаний РЗЭ (рис. 8, Г), так на спайдер-диаграмме (рис. 9, Г) обнаруживает особенности, присущие составам N-MORB базальтов.

Вулканиды Щекуринского разреза на петрохимических диаграммах обнаруживают полное соответствие петрографического и петрохимического составов (рис. 7), образуя эволюционный ряд от базальтов до риолитов с натриевым типом щелочности при повышенном, по сравнению с ранее описываемыми породами Маньинского и Польинского разрезов, содержании калия. Исключение составляют вулканиды третьей пачки, в которых K₂O фиксируется менее 0,1 %.

В Щекуринском разрезе по особенностям редкоземельного состава вулканиды разделились на две группы. В первую вошли базальты нижней пачки, аналогичные им базальты ксенолитов в габброидах восточной части Щекуринского массива, андезиты второй пачки и риолиты верхней пачки. По характеру распределения РЗЭ (рис. 8, А) породы слабо фракционированы (La/Yb=1,5–5,5) при существовании заметной отрицательной Eu аномалии. При этом уровень накопления редкоземельных элементов снижается от базальтов к риолитам. В сравнении с хорошо изученными вулканогенными комплексами Среднего Урала описываемые вулканиды наиболее близки гороблагодатскому вулканогенному комплексу Тагильской зоны Среднего Урала [11] верхнеименновского стратиграфического уровня позднего силура [12].

Вторая группа вулканидов по особенностям редкоземельного состава объединяет базальты и дациты третьей пачки Щекуринского разреза. В отличие от вышеописанных они характеризуются субхондритовым спектром РЗЭ с 2–10-кратным обогащением в сравнении с хондритом (рис. 8, Б). Более того, концентрация тяжелых РЗЭ нередко превышает концентрацию легких (La/Yb=0,8–1,7); суммарное содержание РЗЭ повышается в породах с увеличением их кремнекислотности. При этом РЗЭ-характеристика дацитов практически идентична N-MORB базальтам.

Микроэлементные составы всех вулканидов Щекуринского разреза, нормированные по составу примитивной мантии (рис. 9, А, Б), демонстри-



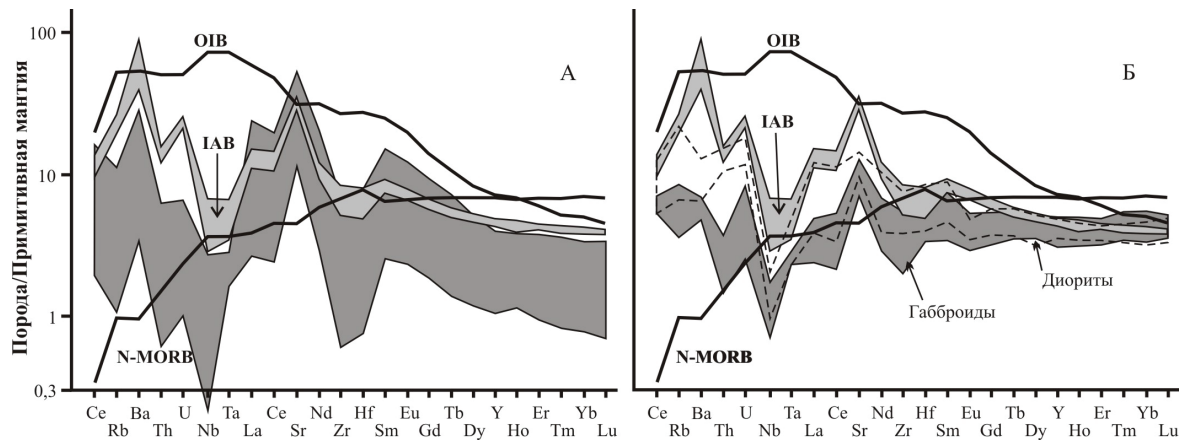


Рис. 6. Микроэлементный состав интрузивных пород, нормированный по составу примитивной мантии [10]: А – полосчатые габбро Щекурьинского массива; Б – массивные габбро Щекурьинского массива и диориты Щекурьинско-Сертыньинского массива. OIB – базальты океанических островов; IAB – островодужные базальты; N-MORB – базальты срединно-океанических хребтов N-типа

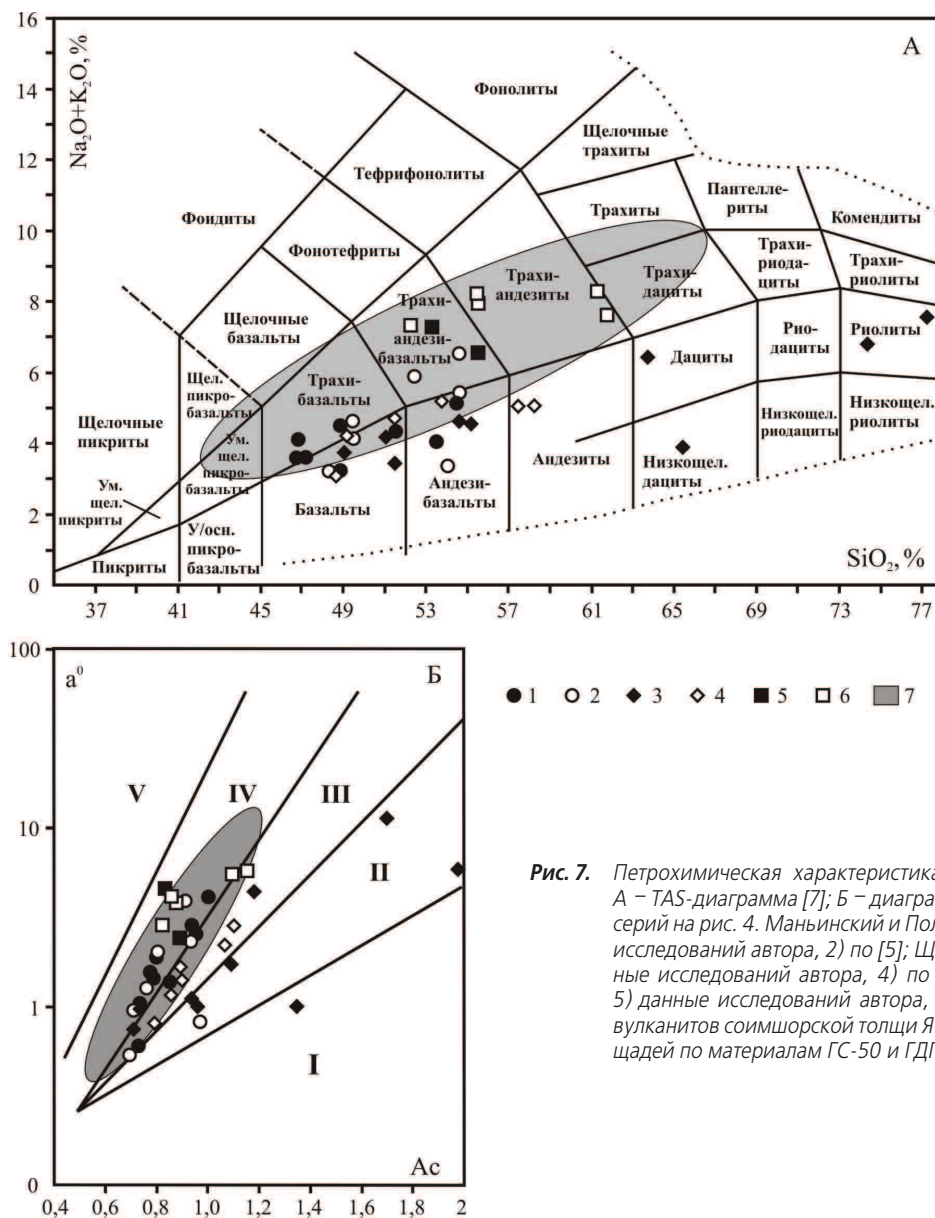


Рис. 7. Петрохимическая характеристика вулканогенных разрезов: А – TAS-диаграмма [7]; Б – диаграмма Л.С. Бородина [8]. Поля серий на рис. 4. Маньинский и Польинский разрезы: 1) данные исследований автора, 2) по [5]; Щекурьинский разрез: 3) данные исследований автора, 4) по [5]; Сертыньинский разрез: 5) данные исследований автора, 6) по [5]; 7) поля составов вулканитов соимшорской толщи Ятринской и Пуйвинской площадей по материалам ГС-50 и ГДП-50 [1]

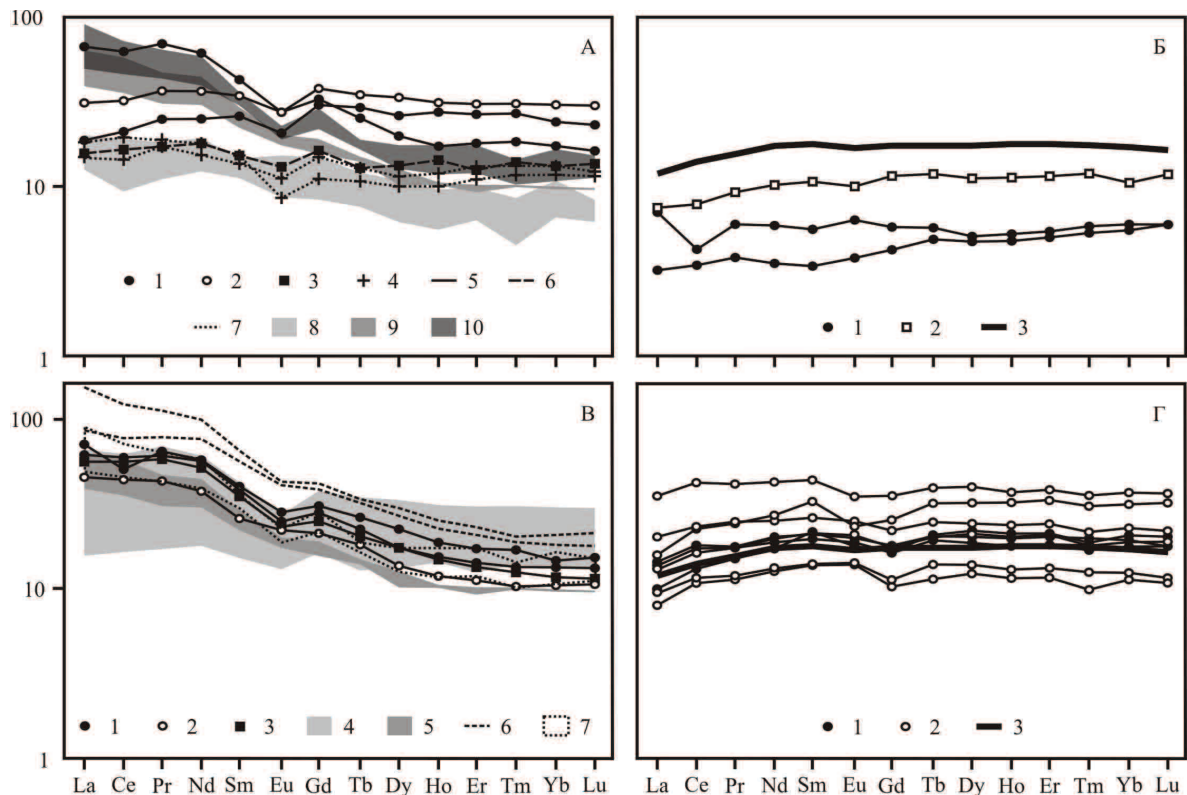


Рис. 8. Редкоземельная характеристика вулканитов в сопоставлении с эталонными разрезами: А – Щекуринский разрез: 1) базальты; 2) андезибазальты; 3) андезиты; 4) риолиты; 5) нижняя пачка; 6) вторая пачка; 7) верхняя пачка; 8) базальты и андезибазальты павдинского комплекса по [11]; 9) К-На базальты именновского комплекса по [6]; 10 – андезиты и трахиандезибазальты гороблагодатского комплекса по [11]. Б – Щекуринский разрез, третья пачка: 1) базальты; 2) дациты; 3) базальт N-MORB типа. В – Сертыньинский разрез: 1) базальты; 2) андезибазальты; 3) андезиты; 4) базальтоиды Щекуринского разреза; 5) К-На базальты именновского комплекса по [6]; 6) трахибазальты и трахиты вулканогенно-осадочного комплекса разреза р. Бол. Люлья по [3]; 7) андезиты и трахиандезибазальты гороблагодатского комплекса по [11]. Г – Маньинский и Польинский разрезы: 1) базальты; 2) долериты; 3) базальт N-MORB типа. Нормирование по хондриту [9]

руют особенности, присущие магматическим образованиям, продуцируемым в условиях островных дуг.

Вулканиты, слагающие Сертыньинский разрез, выделяются на петрохимических диаграммах отчетливым щелочным уклоном, группируясь в полях трахиандезитов и трахиандезибазальтов (рис. 7, А) и субщелочных серий (рис. 7, Б), имея при этом натриевый тип щелочности. Данное обстоятельство интерпретируется нами как проявление на этом участке кремне-натриевых наложенных процессов (альбитизация), что не противоречит петрографическим наблюдениям.

По характеру распределения редкоземельных элементов вулканиты Сертыньинского разреза сопоставимы с эффузивами, вскрытыми южнее в бассейне р. Бол. Люлья (отнесены в [3] к люльинской свите нижнего девона), отличаясь несколько меньшим суммарным содержанием РЗЭ (рис. 8, В). Аналогичным спектром РЗЭ обладают андезиты и трахиандезибазальты гороблагодатского комплекса Тагильской зоны Среднего Урала [11] позднего силура.

Микроэлементный состав вулканитов Сертыньинского разреза, нормированный по составу примитивной мантии (рис. 10, В), демонстрируют особенности, присущие магматическим образованиям, продуцируемым в условиях островных дуг.

Обсуждение результатов и выводы

Прежде всего, следует отметить, что приводимые минералогические и геохимические характеристики пород Щекуринского и Сертыньинско-Щекуринского массивов и вулканогенных разрезов по рекам Манья, Поля, Щекурья и Сертынья получены нами для описываемой территории впервые (приводимые в препринте В.В. Бочкарева геохимические данные далеко неполные).

По результатам работ можно сформулировать следующие обобщения.

1. В строении Щекуринского массива принимают участие два типа габброидов, их существование подтверждено всеми данными: полевыми наблюдениями и аналитическими исследованиями. Прежде всего, это интрузивный контакт, задокументированный в береговых обнажениях р. Сертынья.

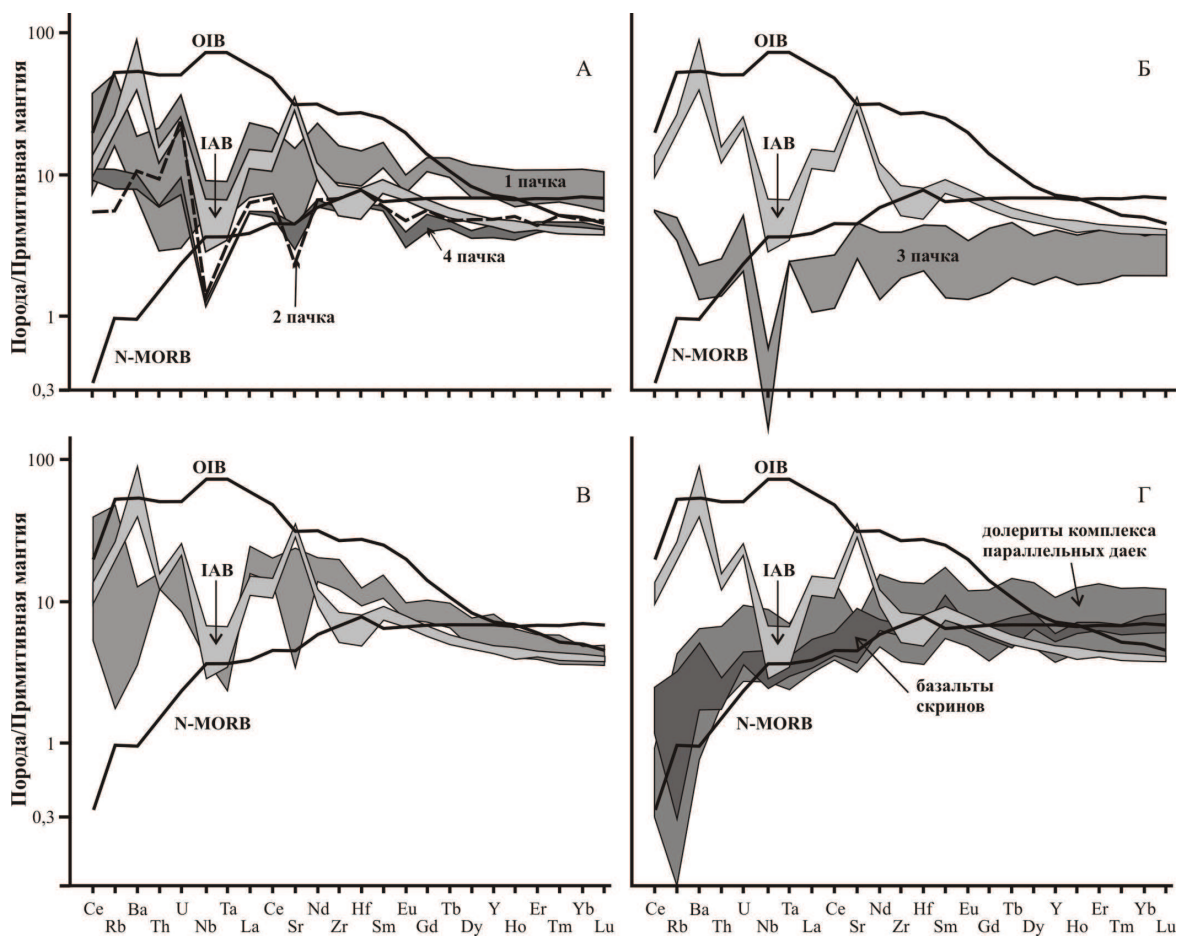


Рис. 9. Микроэлементный состав вулканогенных пород, нормированный по составу примитивной мантии [10]: А – Щекуринский разрез, первая, вторая и четвертая пачки; Б – Щекуринский разрез, третья пачка; В – Сертыньинский разрез; Г – Маньинский и Польинский разрезы. OIB – базальты океанических островов; IAB – островодужные базальты; N-MORB – базальты срединно-океанических хребтов N-типа

Присутствие двух типов габбро в строении Хорасюрского массива, восточные из которых имеют возможную офиолитовую природу, обсуждалось еще в 80-х гг. XX в. [13–15]. На карте, охватывающей северное окончание Щекуринского массива (ГДП-50, Н.А. Петенин, 1994), в его восточной части отмечена полоса распространения офиолитовых габбро с возрастом поздний силур – ранний девон, что моложе габброидов западной части массива, возраст которых указан раннесилурийским. На карте Западной площади, составленной по результатам геологоразведочных работ, проведенных ОАО «УГСЭ» в 2006–2009 гг. (С.Ю. Батурин, 2009), отмечены также два типа габброидов: слагающие западную часть Хорасюрского массива отнесены к раннесилурийскому тагилыктыльскому комплексу, восточные – к позднесилурийскому северодвинскому комплексу. К сожалению, обоснование данной точки зрения автором отчета не приводится.

2. В сопоставлении с ранее изученной территорией Хорасюрского массива и обрамляющими его с востока структурно-вещественными комплек-

сами, а также магматитами восточного склона Среднего и Северного Урала по петрогеохимическим характеристикам рассматриваемые нами магматические образования обнаруживают следующие соответствия:

- полосчатые амфиболовые габброиды Щекуринского массива идентичны габброноритам Хорасюрского массива (рис. 5; 6, А), рассматриваемым в рамках тагилыктыльского комплекса [3], и сопоставимы с габброидами петротипического Тагильского массива [6];
- массивные пироксен-амфиболовые габброиды Щекуринского массива и пироксен-амфиболовые диориты Сертыньинско-Щекуринского массива обнаруживают полное геохимическое сходство и общие закономерности изменения петрохимических характеристик, что позволяет их считать единой генетической ассоциацией в рамках становления многофазного интрузивного комплекса. В целом они идентичны диоритам Хорасюрской площади, рассматриваемым в

рамках верхнетагильского комплекса [3]. Следует отметить, что в соответствии с [12] верхнетагильский комплекс для данного района соответствует северорудничному интрузивному комплексу;

- в) аналоги пород, вскрытых в Маньинском и Польинском разрезах, на восточном склоне Приполярного Урала к настоящему времени не установлены. По петрогеохимическим характеристикам и структурно-геологической позиции наиболее близким им аналогом является комплекс параллельных долеритовых даек Тагило-Магнитогорской зоны Среднего Урала, описанный в ряде публикаций [16–18]. Породно-структурные ассоциации, представленные в этих разрезах, имеют петрогеохимические особенности, характерные для задугово-спрединговых офиолитовых комплексов;
- г) в силу слабой геохимической изученности пород восточного склона Приполярного Урала точными методами не установлены и геохимические аналоги вулканитов Щекуринского разреза. Тем не менее, следует отметить, что микроэлементный состав эффузивов весьма близок микроэлементному составу пород северорудничного комплекса: особенно четко эта близость наблюдается для диоритов второй фазы и вулканитов второй и верхней пачек. Этот факт, по нашему мнению, свидетельствует в пользу возможного генетического родства вулканогенных пород разреза и интрузивных образований. С другой стороны, геохимические особенности вулканитов Щекуринского разреза сопоставимы с гороблагодатским вулканогенным комплексом Тагильской зоны Среднего Урала [11] верхнеименновского стратиграфического уровня позднего силура [12]. Следует отметить, что эволюция вулканической активности при формировании эффузивов Щекуринского разреза выражается в постепенном раскислении продуктов вулканизма, но при этом имело место излияние более глу-

бинных выплавов (третья пачка Щекуринского разреза), интенсивность эксплозивной составляющей вулканизма в целом низкая;

- д) вулканиты Сертыньинского разреза являются единственными эффузивами, для которых известны «местные» геохимические аналоги: они сопоставимы с породами, вскрытыми южнее в бассейне р. Бол. Люля (отнесены в [3] к люльинской свите нижнего девона), отличаясь несколько меньшим суммарным содержанием РЗЭ (рис. 9, В). Аналогичным спектром РЗЭ обладают андезиты и трахиандешибазальты гороблагодатского комплекса Тагильской зоны Среднего Урала [11] позднего силура.
3. На основании наблюдений в естественных и искусственных обнажениях мы имеем следующие взаимоотношения:
- а) полосчатые габбро прорываются массивными габбро (р. Сертынья, данные исследований автора);
 - б) диориты прорывают все типы габброидов (по результатам ГС-50 (Б.Ф. Костюк, 1967) и ГДП-50 (М.М. Павлов, 1990));
 - в) массивные габбро прорывают эффузивы (р. Щекурья) и комплекс параллельных даек (р. Манья, Польша) (по результатам ГС-50 (Б.Ф. Костюк, 1967), ГДП-50 (М.М. Павлов, 1990ф; Н.А. Петенин, 1994); данные исследований автора);
 - г) взаимоотношения вулканитов, слагающих Маньинско-Польинский, Щекуринский и Сертыньинский разрезы, не установлены;
 - д) взаимоотношения между полосчатыми габбро и вулканитами не установлены – как правило, они тектонические или их тела пространственно разобщены.

Таким образом, получаем следующую предполагаемую последовательность геологических событий: полосчатые габбро → вулканиты → массивное габбро → диориты.

Работы выполнены в НОЦ «Поиск» в рамках государственных работ в сфере научной деятельности (задание № 2014/505).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудрин К.Ю. Петрохимическая типизация силурийских магматитов междуречья Турупья–Щекурья // Литосфера. – 2011. – № 2. – С. 84–93.
2. Полевые геологические и научно-исследовательские практики: вклад в изучение геологического строения восточного склона Приполярного Урала / К.Ю. Кудрин, М.М. Шагеев, И.П. Сабия и др. // Полевые практики в системе высшего профессионального образования: Матер. Междунар. конф. – Симферополь: ДИАИПИ, 2012. – С. 178–180.
3. Шмелев В.Р. Магматические комплексы зоны Главного Уральского разлома (Приполярный сектор) в свете новых геохимических данных // Литосфера. – 2005. – № 2. – С. 41–59.
4. Цымбалюк А.В., Мезенцев М.П. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Северо-Уральская. Лист Q-41-XXXI. – М.: Тюменское территориальное геологическое управление, 1975. – 91 с.
5. Бочкарев В.В. Магматические формации северной части Приполярного Урала. Препринт. – Свердловск: УрО АН СССР, 1990. – 67 с.
6. Каретин Ю.С., Иванов К.С. Новые данные о РЗЭ в вулканических формациях района Уральской сверхглубокой скважины СГ-4 // Ежегодник-2000. – Екатеринбург: УрО РАН, 2001. – С. 140–143.
7. Петрографический кодекс. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования / В.В. Жданов, А.Е. Костин, Е.А. Кухаренко и др. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. – 200 с.
8. Бородин Л.С. Эталонные петрохимические тренды и оценка состава верхней континентальной коры // Геохимия. – 1996. – № 1. – С. 3–14.
9. Evensen N.M., Hamilion P.J., O’Nions R.K. Rare earth abundances in chondritic meteorites // Geochim. Cosmochim. Acta. – 1978. – V. 42. – P. 1199–1212.

10. McDonough W.F., Sun S.S. The composition of the Earth // *Chem. Geol.* – 1995. – V. 120. – P. 223–253.
11. Позднеордовикско-силурийские вулканические комплексы Тагильской зоны (восточный склон Среднего Урала): вещественный состав, возраст, уточненная схема расчленения / Л.И. Десятниченко, И.Ф. Фадеичева, В.Н. Смирнов, Т.Ю. Медведева, Г.Н. Бороздина // *Литосфера.* – 2005. – № 2. – С. 68–96.
12. Основные черты геологического строения и минерально-сырьевой потенциал Северного, Приполярного и Полярного Урала / А.Н. Мельгунов, В.П. Водолазская, А.В. Жданов и др. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. – 273 с.
13. Петров Г.А. Условия формирования комплексов зоны Главного Уральского разлома на Северном Урале. – Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного горного университета, 2007. – 181 с.
14. Пучков В.Н. Важнейшие закономерности и индивидуальные черты геологической эволюции Урала и сопредельных территорий // *Литосфера.* – 2001. – № 1. – С. 15–31.
15. Семенов И.В. Палеоокеанический спрединговый вулканизм Урала и реконструкция параметров Уральского палеозойского океана. – Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2000. – 362 с.
16. Иванов К.С., Берзин С.В. Первые данные о U-Pb возрасте цирконов из реликтовой зоны задугового спрединга горы Азов (Средний Урал) // *Литосфера.* – 2013. – № 2. – С. 92–104.
17. Иванов К.С., Берзин С.В., Ерохин Ю.В. Первые данные об U-Pb возрасте цирконов из реликтовых зон спрединга на Среднем Урале // *Доклады АН.* – 2012. – Т. 443. – № 1. – С. 78–83.
18. Офиолитовые комплексы Среднего Урала / К.С. Иванов, С.В. Берзин, Ю.В. Ерохин, В.Н. Смирнов // *Геодинамика, рудные месторождения и глубинное строение литосферы: Путеводитель геологической экскурсии Всеросс. научной конф. с междунар. участием (XV Чтения памяти академика А.Н. Заварицкого).* – Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2012. – 39 с.

Поступила 18.03.2014 г.

UDC 552.11 (470.5)

GEOCHEMICAL CLASSIFICATION OF MAGMATIC FORMATIONS OF THE PREPOLAR URALS EASTERN SLOPE IN SERTYNIA-MANYA INTERFLUVE

Konstantin Yu. Kudrin,

Cand. Sc., Yurga State University, 16, Chekhova street, Khanty-Mansiysk,
Russia, 628011. E-mail: kudringeo@inbox.ru

The urgency of work is caused by insufficient level of knowledge of the area, the imperfection magmatism schemes both intrusive and effusive.

The main aim of the study: the refinement of the territory magmatism schemes on the basis of geological observations complex and the results of the analytical research.

The methods used in the study: analysis of the carried out works (geological survey and thematic); field work (documentation, testing); analytical research: petrographic, X-ray fluorescence (IGM SB RAS, the device ARα9900XP, analyst is N.M. Glukhova), X-ray (IGG, UrB RAS, the device CPM-18, analysts are N.P. Gorbunov and L.A. Tatarinova), ICP-MS (IGM SB RAS, the device Finnegan Element I, analyst is N.P. Nikolaeva; IGG, UrB RAS, the device ELAN-9000, analysts are N.N. Adamovich and D.V. Kiseleva).

The results: The paper introduces the results of the research of magmatites in paleoarc sector of the Prepolar Urals Eastern slope, dissected by the rivers Shchekurya, Sertynya, Polyana and Manya valleys from the Main Ural deep fault zone to the Western border of the development of West Siberian plate cover sedimentary complexes. New data allowed the author to understand the presence of two types of gabbroids in Shchekurinsky massif structure and to compare them with tagiloktylmsky and severorudnichy complexes; to classify diorites of Sertyninsk-Shchekurinsky massif to the second phase of north-mine complex; to assume the back-arc-spreading nature of parallel dikes complex of Maninsky and Polinsky sections; to compare volcanogenic sections of the rivers Shchekurya and Sertynya with goroblagodatsky and lyulinsky complexes respectively.

Key words:

Prepolar Urals, paleoarc sector, magmatism, petrochemistry, geochemistry.

REFERENCES

1. Kudrin K.Yu. Petrokhimicheskaya tipizatsiya siluriyskikh magmatitov mezhdurechya Turupya-Shchekurya [A petrochemical typification of Silurian magmatic rocks in interstream area of Turupya and Shchekurya rivers (Prepolar Urals)]. *Litosfera – Lithosphere*, 2011, no. 2, pp. 84–93.
2. Kudrin K.Yu., Shageev M.M., Sabia I.P. Polevye geologicheskie i nauchno-issledovatel'skie praktiki: vklad v izuchenie geologicheskogo stroeniya vostochnogo sklona Pripolyarnogo Urala [Field geological and research practices: the contribution to studying of geology of the east slope of Subpolar Urals]. *Polevye praktiki v sisteme vysshego professional'nogo obrazovaniya: Materialy mezhdunarodnoy konferentsii* [Proc. Int. Conf. Field practice in the system of higher professional education]. Simferopol, DIAYPI Publ., 2012. pp. 178–180.
3. Shmelev V.R. Magmaticheskie komplekсы zony Glavnogo Ural'skogo razloma (Pripolyarnyy sektor) v svete novykh geokhimicheskikh dannykh [Magmatic complexes of the Main Urals Fault zone (Prepolar sector) in light of new geochemical data]. *Litosfera – Lithosphere*, 2005, no. 2, pp. 41–59.
4. Tsymbalyuk A.V., Mezentsev M.P. *Geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:200000. Seriya Severo-Uralskaya. List Q-41-XXXI* [Geological map of the USSR with the scale 1:200000. North-Ural Series. Sheet Q-41-XXXI]. Moscow, Tyumen territorial geological Departmen, 1975. 91 p.

5. Bochkarev V.V. *Magmatic formations of the Northern Subpolar Urals* [Magmatic formations of the Northern Subpolar Urals]. Preprint. Sverdlovsk, UB USSR, 1990. 67 p.
6. Karetin Yu.S., Ivanov K.S. Novye dannye o RZE v vulkanicheskikh formatsiyakh rayona Uralskoy sverkhglubokoy skvazhiny SG-4 [New data on REE in the volcanic formations district of the Ural super-deep wells SG-4]. *Ezhegodnik-2000*. Ekaterinburg, UB RAS, 2001. pp. 140–143.
7. Zhdanov V.V., Kostin A.E., Kukharensko E.A. *Petrograficheskiy kodeks. Magmaticheskie, metamorficheskie, metasomaticheskie, impaktnye obrazovaniya* [Petrographic code. Magmatic, metamorphic, metasomatic, impact rocks]. St. Petersburg, VSEGEI Publ., 2009. 200 p.
8. Borodin L.S. Etalonnnye petrokhimicheskie trendy i otsenka sostava verkhney kontinentalnoy kory [Evolutionary petrochemical trends and estimation of the composition of the upper continental crust]. *Geokhimiya – Geochemistry International*, 1996, no. 1, pp. 3–14.
9. Evensen N.M., Hamilton P.J., O’Nions R.K. Rare earth abundances in chondritic meteorites. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 1978, vol. 42, pp. 1199–1212.
10. McDonough W.F., Sun S.S. The composition of the Earth. *Chem. Geol.*, 1995, vol. 120, pp. 223–253.
11. Desyatnichenko L.I., Fadeicheva I.F., Smirnov V.N., Medvedeva T.Yu., Borozdina G.N. Pozdneordoviksko-siluriyskie vulkanicheskie komplekсы Tagil'skoy zony (vostochnyy sklon Srednego Urala): veshchestvennyy sostav, vozrast, utochnennaya schema raschleneniya [Late ordovician-silurian volcanic rocks association of Tagil zone (eastern slope of Middle Urals): composition of rocks, age, amplified scheme of division]. *Litosfera – Lithosphere*, 2005, no. 2, pp. 68–96.
12. Melgunov A.N., Vodolazskaya V.P., Zhdanov A.V. *Osnovnye cherty geologicheskogo stroeniya i mineralno-syrevoy potentsial Severnogo, Pripolyarnogo i Polyarnogo Urala* [The main features of geological structure and mineral and raw material potential of the Northern, Prepolar and Polar Urals]. St. Petersburg, VSEGEI Publ., 2010. 273 p.
13. Petrov G.A. *Usloviya formirovaniya kompleksov zony Glavnogo Uralskogo razloma na Severnom Urale* [Conditions for complex formation in the Main Urals fault zone in the Northern Urals]. Ekaterinburg, Ural state mining University Publ., 2007. 181 p.
14. Puchkov V.N. Vazhneyshie zakonomernosti i individualnye cherty geologicheskoy evolyutsii Urala i sopredelnykh territoriy [The main regularities and individual features of geological evolution of the Urals and adjacent regions]. *Litosfera – Lithosphere*, 2001, no. 1, pp. 15–31.
15. Semenov I.V. *Paleookeanicheskiy spredingovyy vulkanizm Urala i rekonstruktsiya parametrov Uralskogo paleozoyskogo okeana* [Paleoceanic spreading volcanism of the Urals and reconstruction of the parameters of the Ural Paleozoic ocean]. Ekaterinburg, IGG UB RAS, 2000. 362 p.
16. Ivanov K.S., Berzin S.V. Pervye dannye o U-Pb vozraste tsirkonov iz reliktovoy zony zadugovogo spredinga gory Azov (Sredniy Ural) [The first data on U-Pb age of zircons from dolerites of the relic zone in Azov Mountain back-arc spreading (Middle Urals)]. *Litosfera – Lithosphere*, 2013, no. 2, pp. 92–104.
17. Ivanov K.S., Berzin S.V., Erokhin Yu.V. Pervye dannye ob U-Pb vozraste tsirkonov iz reliktovykh zon spredinga na Srednem Urale [The first data about U-Pb age of zircons from relic spreading zones in the Middle Urals]. *Doklady Akademii Nauk*, 2012, vol. 443, no. 1, pp. 78–83.
18. Ivanov K.S., Berzin S.V., Erokhin Yu.V., Smirnov V.N. Ofiolitovyye komplekсы Srednego Urala [Ophiolite complexes of the Middle Urals]. *Geodinamika, rudnye mestorozhdeniya i glubinnoe stroenie litosfery: Putevoditel geologicheskoy ekskursii Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (XV Chteniya pamyati akademika A.N. Zavaritskogo)* [Geodynamics, ore deposits and deep structure of the lithosphere: Guide geological excursions of All-Russian scientific Conf. with the Int. participation (XV Readings in memory of academician A.N. Zavaritsky)]. Ekaterinburg, UB RAS, 2012. 39 p.