

УДК 551.21

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕОХИМИИ ИГНИМБРИТОВ ВЕРХНЕАВАЧИНСКОЙ КАЛЬДЕРЫ

Кляницкий Е.С.

Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга

Научный руководитель: к.г.-м.н. Леонов В.Л.

В верховьях рек Средняя и Левая Авача на Камчатке выделена новая кальдера–Верхнеавачинская[1]. В результате полевых работ, проведенных в 2009-2010 гг., было уточнено распространение игнимбритов, детально описан разрез, по которому были отобраны образцы и сделан петрохимический анализ показывающий, что игнимбриты имеют необычный состав [2]. В сообщении представлены новые данные по особенностям распределения микроэлементов в отобранных образцах из разреза игнимбритов.

Ключевые слова: кальдера Верхнеавачинская, игнимбриты, микроэлементы, Камчатка.

Район исследований расположен в верховьях рек Средняя и Левая Авача на Камчатке и представляет собой высокогорный хребет, протягивающийся в меридиональном направлении на 20–25 км. При геологосъемочных работах в 1962 году хребет был назван Авачинским. В структурном отношении район представляет собой горст, который получил одноимённое название. К западу от горста расположен меридиональный грабен реки Средняя Авача, в котором расположен вулкан Бакенинг и многочисленные другие центры извержений четвертичного возраста, изучавшиеся многими исследователями.

В результате работ, проведенных в 2009-2010 гг., была существенно уточнена стратиграфия отложений, слагающих район [1], подтверждено существование кольцевой депрессии, выделенной ранее А.Е. Шанцером и Т. С. Краевой [3]. Показано, что депрессия, имея тектонические границы и округлые очертания, представляет собой кальдеру, которой дали название — Верхнеавачинская.

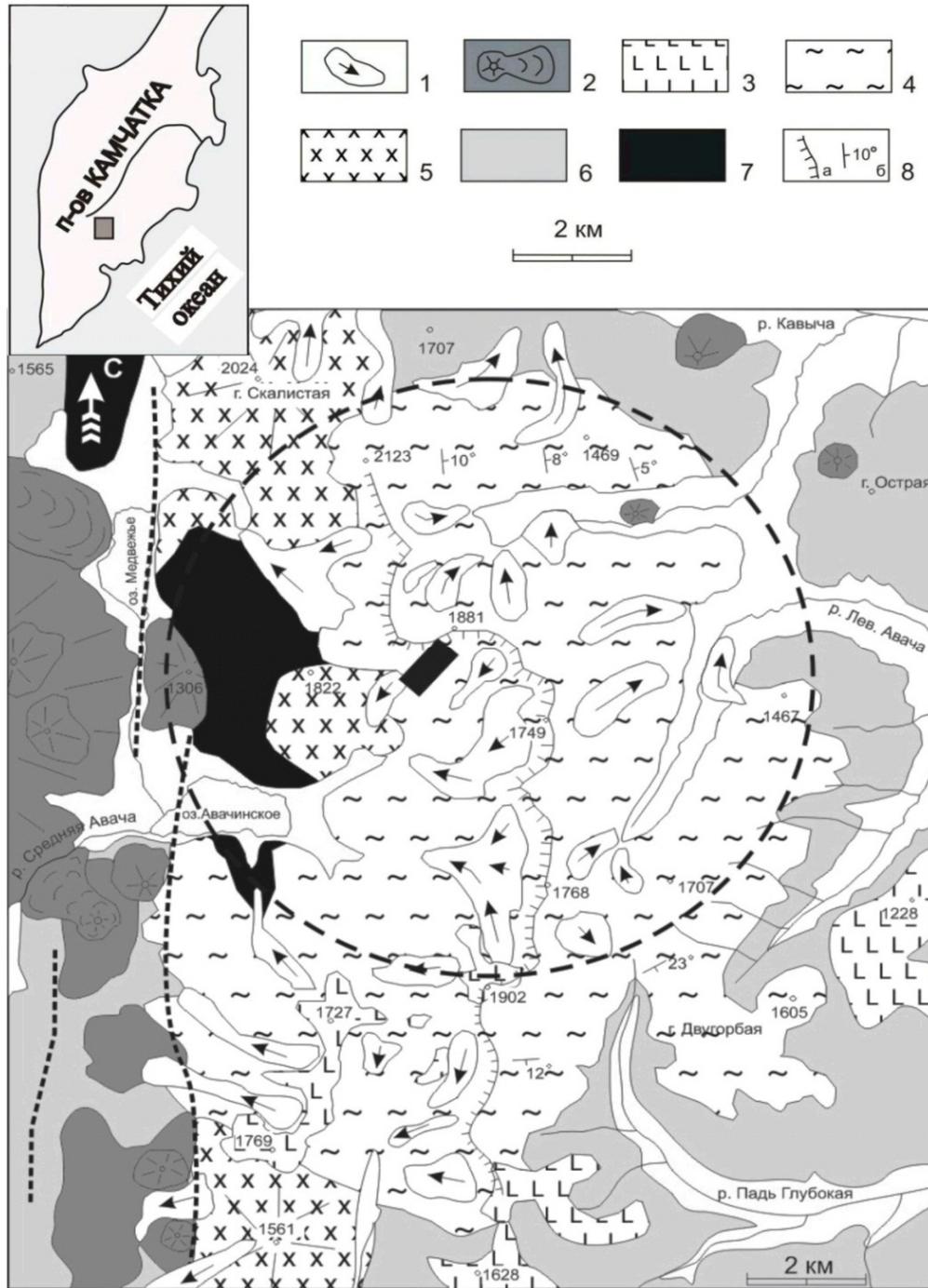


Рис. 1. Схема геологического строения верховьев рек Левая Авача и Кавыча. 1 — нерасчленённые аллювиальные, ледниковые и обвально-оползневые отложения, стрелкой показаны направления движения оползней (поздний плейстоцен — голоцен); 2 — вулканические постройки и связанные с ними лавовые потоки (плейстоцен); 3 — лавы андезитового состава (плиоцен — ранний плейстоцен); 4 — игнимбриты (верхний миоцен); 5 — интрузии диоритов (верхний миоцен); 6 — лавы андезитового, базальтового состава, агломератовые туфы (миоцен); 7 — алевриты, аргиллиты, песчаники (верхний мел); 8, а — обрывы Авачинского хребта, б — элементы залегания пород. Пунктирный круг в центре — границы выделенной кальдеры. Черным прямоугольником в середине выделенной кальдеры обозначен исследуемый разрез.

Приведена схема геологического строения района (рис 1). Всю вершинную часть Авачинского хребта, протягивающегося в меридиональном направлении, слагают игнимбриты — пирокластические породы, образующиеся при мощных кальдерообразующих извержениях.

Результаты картирования позволили сделать вывод, что игнимбриты распространены локально и приурочены к крупной округлой в плане впадине, диаметром около 10 км [1].

В 2010 г. нами были проведены полевые работы в районе оз. Авачинское и горы с отметкой 1881 м (западная оконечность Валагинского хребта, Восточная Камчатка), где был детально изучен разрез игнимбритов общей мощностью 500 м (рис 2) [2].

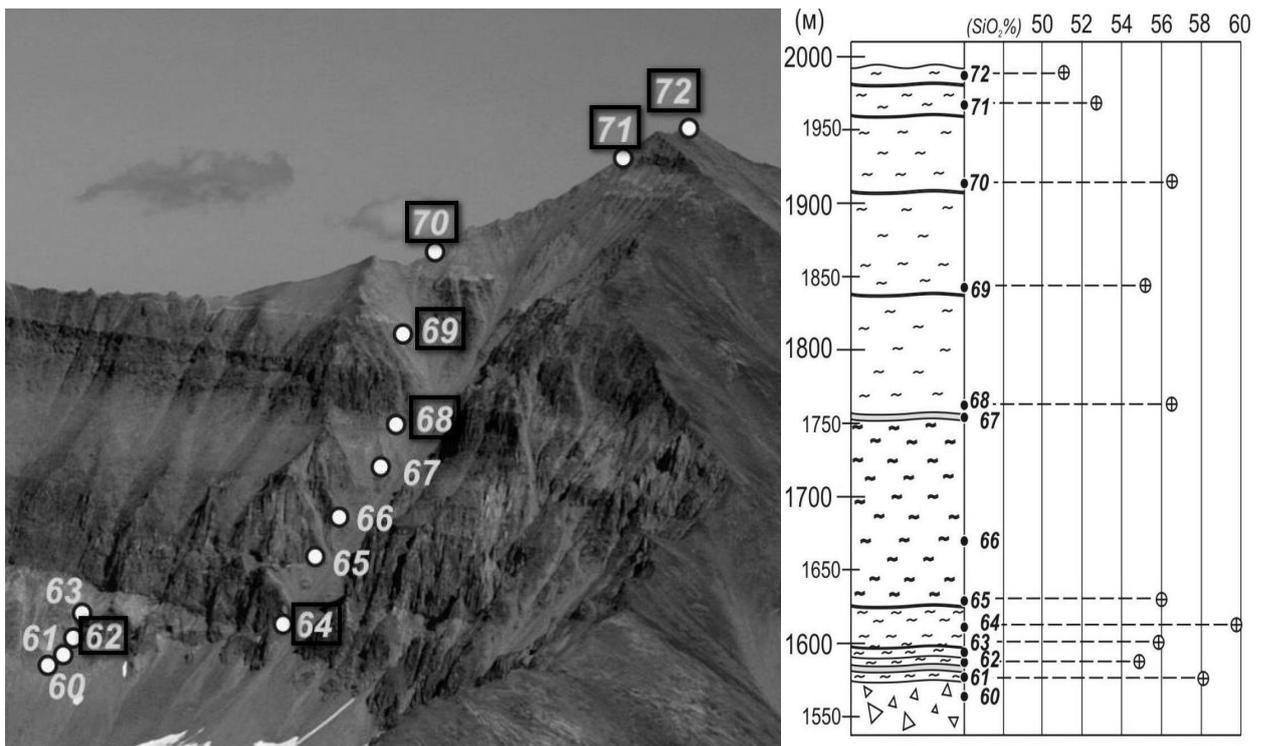
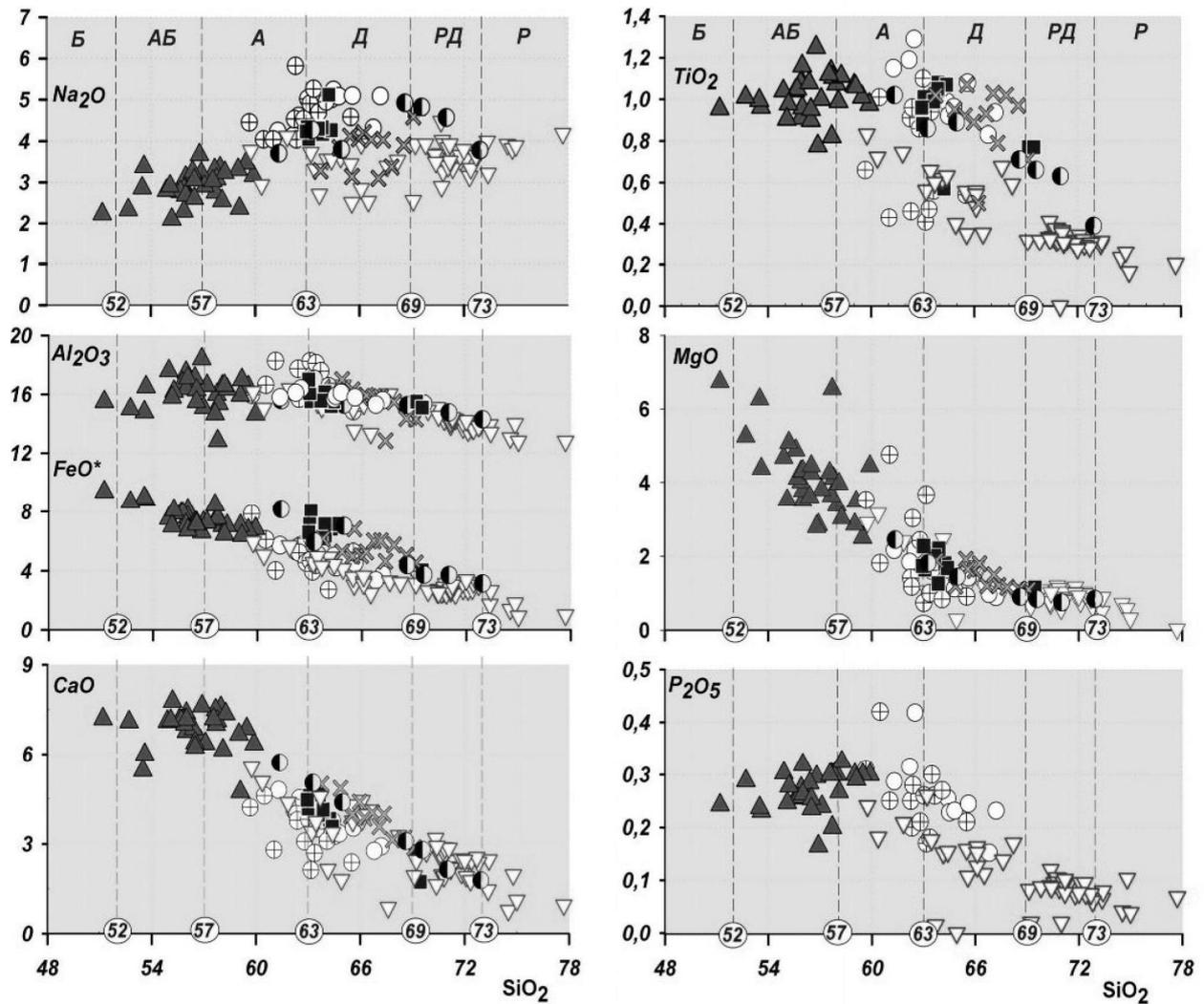


Рис. 2. Разрез толщи игнимбритов в верховьях оз. Авачинское.

Показаны точки отбора образцов. Цифры в квадрате – образцы, отправленные на определение содержания микроэлементов. Фото Rogozina A.N.

Изучение петрохимии игнимбритов Верхнеавачинской структуры показало, что их состав изменяется от базальтов до андезитов (SiO_2 51,2–59,9 %). Для того чтобы показать особенность игнимбритов Верхне-

Авачинской структуры были построены диаграммы в сравнении с игнимбритами других районов Камчатки: Узон-Гейзерной депрессии, кальдер вулканов Большой Семячик, Стена-Соболиный, Горелый, Карымшина.



Игнимбриты сравниваемых районов:

- | | | |
|---|----|---|
| ▲ | 1. | 1 – Верхнеавачинская структура; |
| ▽ | 2. | 2 – кальдера Карымшина; |
| ○ | 3. | 3 – кальдера вулкана Горелого (данные полевого сезона 2010 года); |
| ⊕ | 4. | 4 – кальдера вулкана Горелого; |
| ■ | 5. | 5 – кальдера Стена-Соболиная (Карымский вулканический центр); |
| × | 6. | 6 – Узон-Гейзерная депрессия; |
| ● | 7. | 7 – кальдера Большой Семячик. |

Рис. 3. Вариационные диаграммы Харкера (мас.%). Символы: Б – базальты, АБ – андезибазальты, А – андезиты, Д – дациты, РД – риодациты, Р – риолиты.

На диаграмме изменения содержания породообразующих окислов от SiO₂ (рис. 3) с увеличением содержания SiO₂ в игнимбритах Верхнеавачинской структуры идет резкое понижение MgO (6,7-2,5%). Менее резко идет уменьшение CaO, FeO*, Al₂O₃ при увеличении содержания SiO₂ от базальтов до андезитов. Содержание Na₂O и K₂O, наоборот, постепенно увеличивается при возрастании содержания SiO₂ в игнимбритах рассматриваемого района. Концентрации Na₂O и P₂O₅ не зависят от содержания SiO₂ и находятся в пределах 2,1-3,7% и 0,17-0,31% соответственно[2].

В 2014 году часть образцов (отмеченная на рисунке 2) была отправлена на определение содержания микроэлементов аналитический центр ДВГИ ДВО РАН. Анализы выполнены методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре Agilent 7500с (Agilent Technologies, США).

По полученным данным были построены диаграммы редкоземельных элементов, спайдер-диаграмма и вариационная диаграмма для микроэлементов.

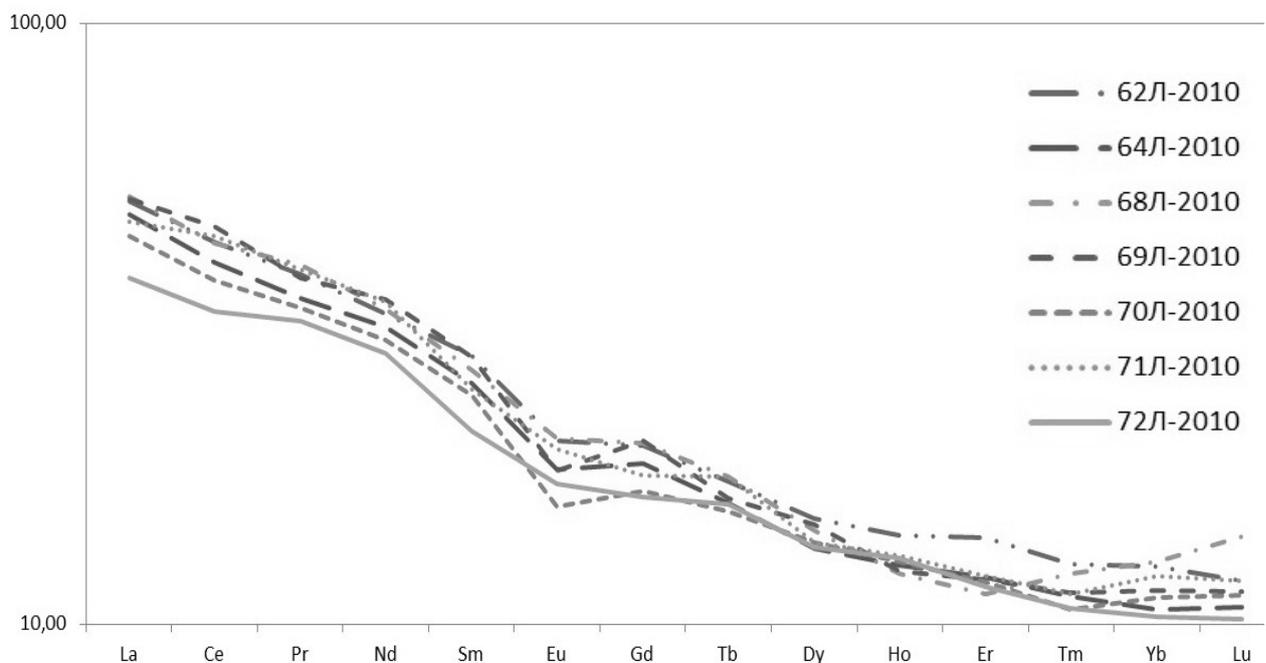


Рис. 4. Спектры распределения редкоземельных элементов в вулканических породах Верхнеавачинской кальдеры (нормированных по хондриту C1, McD&Sun, 1989 [4]).

На диаграмме концентрации редкоземельных элементов наблюдается отрицательный уровень наклона нормированной кривой, что говорит, об обогащении легкими лантаноидами относительно тяжелых редкоземельных элементов. Также присутствует европиевый минимум, который указывает на важную роль фракционирования плагиоклазов в образовании пород.

На спайдер-диаграмме, нормирование к составу примитивной мантии, выделяются максимумы Ba, K, Pb, а также Nb и Ta минимумы, характерные для островодужных магматических пород. Присутствует титан, показывающий, что во фракционировании принимают участие железотитанистые окислы.

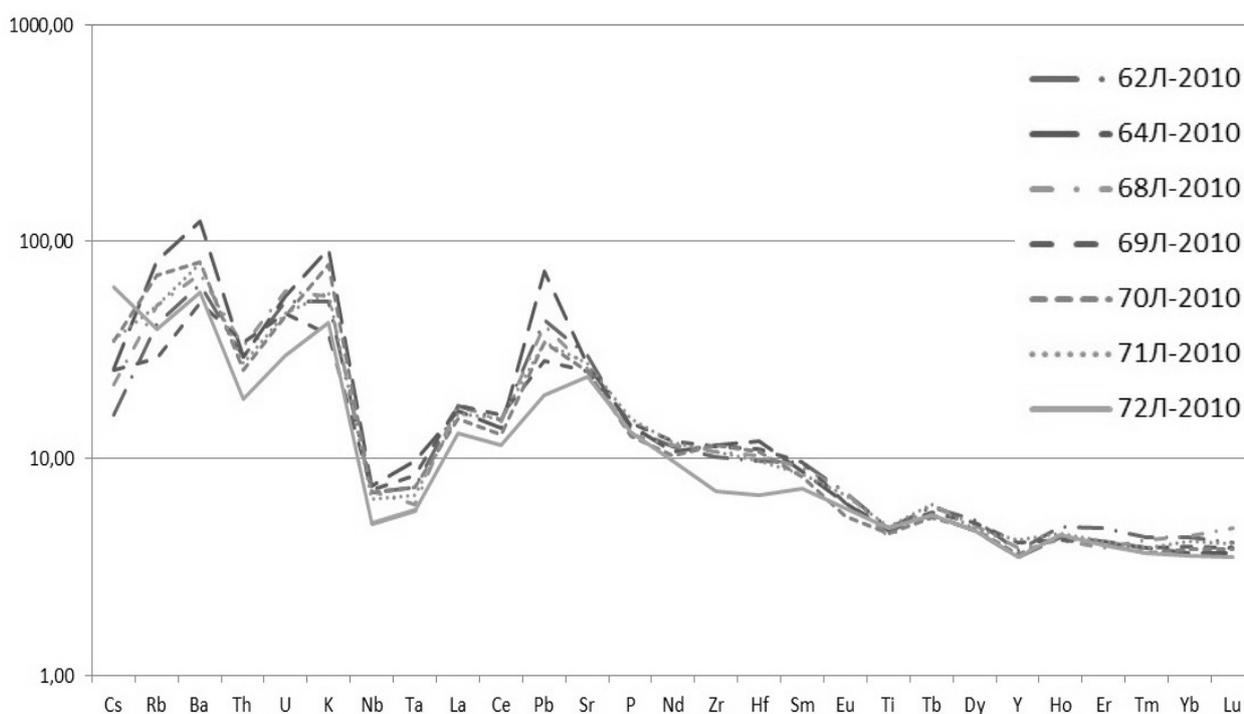


Рис. 5. Спайдер-диаграмма, нормирование к составу примитивной мантии (значение для нормализации, McD&Sun, 1989[4]).

На вариационной диаграмме для микроэлементов показано отношение Sr, Ba, Zr, Y, Cs, Cr к SiO₂. Несмотря на то, что у нас наблюдается узкий диапазон составов, отмечаются закономерности в изменении содержания кремнезема.

В результате этого мы можем выделить три группы: 1 группа, в которую входят основные микроэлементы, 2 группа - средние, 3 группа - кислые. Также мы наблюдаем по этим группа последовательное изменение состава этих микроэлементов, где у Ва (увеличение содержания КПШ, калиевая составляющая) наблюдается значительное увеличение накопления и незначительное у Zr (идет кристаллизация). Также мы наблюдаем значительное снижение Cr (идет отсадка клинопироксена) и Y.

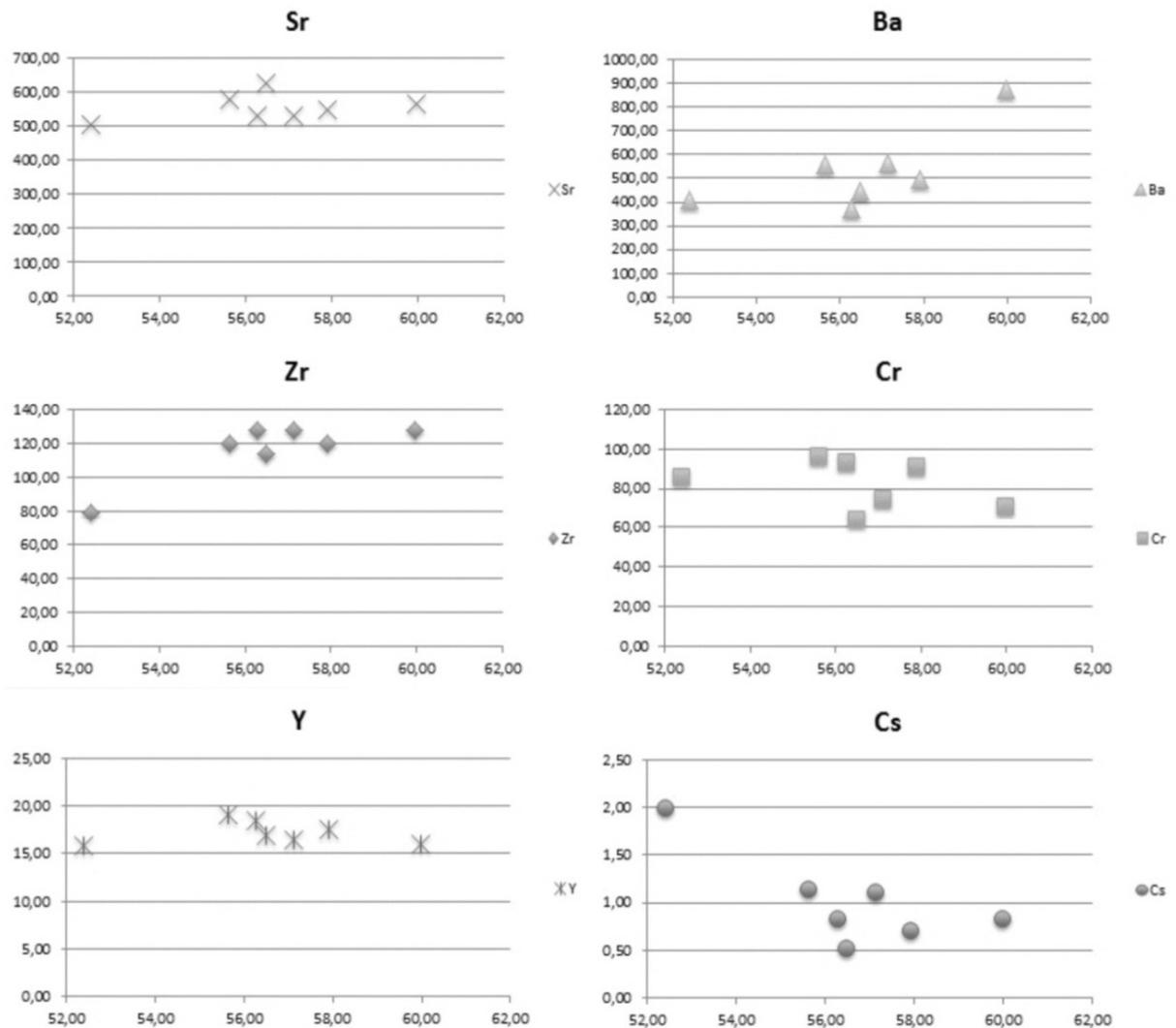


Рис. 6 . Вариационные диаграммы для микроэлементов (содержание в ppm).

ВЫВОДЫ

1. Предоставленные данные показывают, что рассмотренные игнимбриты являются производными магмами островодужного типа.
2. Наблюдаемое уменьшение содержания SiO_2 снизу вверх по разрезу показывает, что в магматическом очаге существовала расслоенность, и нижняя часть очага была представлена более основными магмами.
3. Изучение микроэлементов показало, что более кислые игнимбриты с содержанием SiO_2 порядка 60% обогащены Ва и Zr и обеднены Cr и Y. Эти данные наряду с европиевым и титановым минимумами свидетельствуют о фракционировании плагиоклаза и хромсодержащих железотитанистых окислов в происхождении игнимбритообразующих расплавов.

Автор выражает благодарность В.Л. Леонову и Е.Н. Гриб за консультацию и помощь в написании работы.

Работа выполнена в рамках проекта ДВО РАН 12-III-A-08-171 (рук. В.Л. Леонов).

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонов В.Л., Рогозин А.Н., Биндеман И.Н., Кувикас О.В., Кляпицкий Е.С. Выделение новой кальдеры на Камчатке: границы, возраст, комплекс внутрикальдерных отложений, нерешённые вопросы // Материалы конференции, посвящённой Дню вулканолога «Вулканизм и связанные с ним процессы». Петропавловск-Камчатский, 2011. С. 57-62.
2. Рогозин А.Н., Кляпицкий Е.С. Петрохимическая характеристика игнимбритов Верхне-Авачинской структуры (по результатам полевых работ 2009-2010 гг.) // Материалы VIII региональной молодежной научной конференции «Исследования в области науки о земле». Петропавловск-Камчатский, 2010. С. 29-39.
3. Шанцер А.Е., Краевая Т.С. Формационные ряды наземного вулканического пояса (на примере позднего кайнозоя Камчатки). М.: Наука, 1980. С. 164.
4. Sun S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes // *Magmatism in the Ocean Basins* / Ed. Saunders A.D., Norry M.J. Geology Society London.

NEW DATA ON GEOCHEMISTRY OF IGNIMBRITES IN
VERKHNEAVACHINSKAYA CALDERA

Kliapitskiy E.S.

In the heads of Srednyaya Avacha and Levaya Avacha rivers the author revealed a new caldera, which was called Verkhneavachinskaya [1]. Fieldworks conducted over the period 2009-2010 resulted in updated data on the distribution of ignimbrites, detailed description of the section along which the samples were collected and petrochemical analysis, which showed that ignimbrites possess a peculiar composition [2]. The paper provides new data on particular distribution of microelements in samples collected from the ignimbrite section.

Keywords: Verkhneavachinskaya caldera, ignimbrites, microelements, Kamchatka.