
УДК 551.21

ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИГНИМБРИТОВ
ВЕРХНЕ-АВАЧИНСКОЙ СТРУКТУРЫ
(ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОЛЕВЫХ РАБОТ 2009-2010 гг.)

¹*Рогозин А.Н.*, ²*Кляницкий Е.С.*

¹*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*
²*Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга*

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

В сообщении представлены новые данные о петрохимии игнимбритов Верхне-Авачинской структуры. До настоящего времени данная структура изучена слабо. В результате полевых работ, проведенных в 2009-2010 гг., уточнено распространение игнимбритов, детально описаны их разрезы, изучена их петрохимия. Показано, что игнимбриты имеют своеобразный состав, отличающий их от игнимбритов четвертичного возраста, распространенных на Камчатке.

Ключевые слова: игнимбрит, петрохимия, Камчатка.

На Камчатке известны крупные поля игнимбритов плиоцен-четвертичного возраста, занимающие большие площади [6, 9]. Достаточно хорошо изучены игнимбриты Узон-Гейзерной депрессии, кальдер Большого Семячика, Стены-Соболиного (Карымский вулканический центр), вулкана Горелого; менее изучены игнимбриты кальдеры Карымшина [2, 3, 7, 12, 8]. Все они имеют кислый состав (дацитовый, риодацитовый, риолитовый). В результате полевых работ, проведенных в 2009-2010 гг. в районе Верхне-Авачинской структуры, уточнено распространение игнимбритов, связанных с этой структурой, изучены их разрезы, отобраны представительные образцы пород (30 проб), изучена их петрохимия.

Валовые силикатные химические анализы вулканитов выполнялись в Аналитическом центре Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии на приборе S4 PIONER по методике GEO-Quant (фирма Bruker AXS).

История изучения игнимбригов Верхне-Авачинской структуры

Первые подробные сведения об игнимбригах в верховьях рек Левая Авача и Кавыча и на водоразделе рек Сред. Авача – Левая Авача были опубликованы в монографии А.Е. Шанцера и Т.С. Краевой [11], которые связывали их с Верхнеавачинской купольно-кольцевой структурой и рассматривали эти породы как игнимбриго-дацитовую формацию. По данным авторов монографии на данной территории «...имело место извержение типа сильного однократного игнимбригообразующего взрыва с последующей и частично синхронной ему просадкой кровли магматической камеры» [11, стр. 72].

В дальнейшем по результатам геологосъемочных работ масштаба 1:200 000 в 90-х гг. XX в. на данной территории было также откартировано обширное поле игнимбригов [1]. Эти породы были выделены в виде покровной фации Тимоновского вулканического комплекса (N_2tm). Отмечалось, что игнимбриги имеют дацитовый состав.

Детальные работы в этом районе провел О.Н. Егоров [4], который выделял здесь Авачинско-Ганальский центр эндогенной активности. Рассматриваемые игнимбриги он относил ко второму геологическому комплексу, возраст которого предположительно был определен им как среднемиоценовый – ранне-плиоценовый. Было отмечено, что комплекс развит локально в верховьях реки Падь Тимоновская и вдоль левого притока реки Падь Сарыцин. Породы комплекса на севере, в верховьях реки Кавычи, выделялись О.Н. Егоровым в значительной мере условно.

В 2009 г. сотрудники лаборатории геологии геотермальных полей ИВиС ДВО РАН провели работы по изучению обширного поля игнимбригов в верховьях рек Левая Авача и Кавыча (рис. 1). Работы велись в рамках проекта ДВО РАН «Геологические позиции и условия формирования ги-

гантских плиоцен-эоплейстоценовых кальдер на Камчатке, оценка роли магматических очагов в их недрах как источников тепла для современных гидротермальных систем», руководитель – Леонов В.Л.

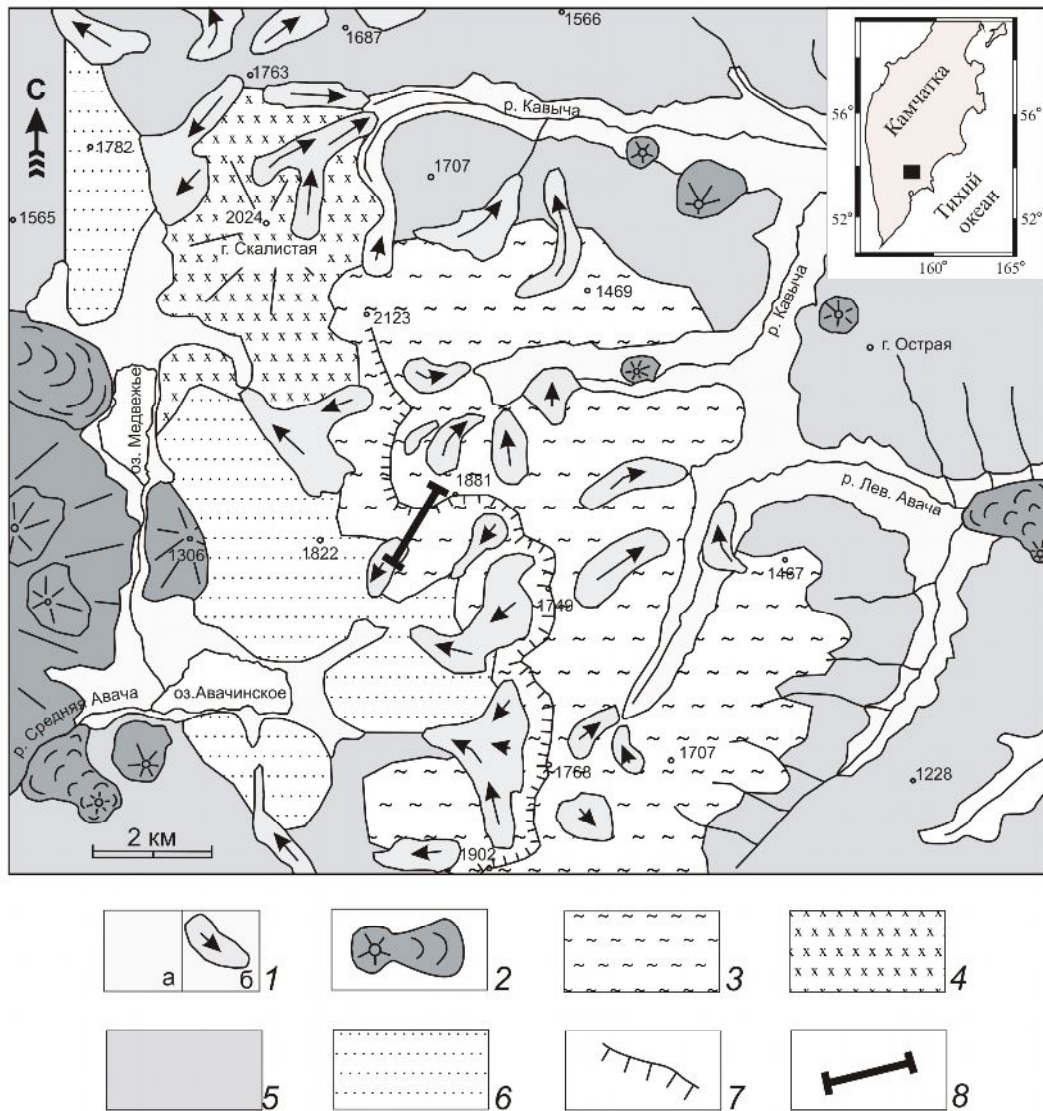


Рис. 1. Схема геологического строения верховьев рек Левая Авача и Кавыча [5] с использованием материалов из [1]: 1 а – нерасчлененные аллювиальные и ледниковые отложения (Q_4), б - обвальнo-оползневые отложения (Q_4), стрелкой показаны направления движения оползней; 2 – вулканические постройки четвертичного возраста и связанные с ними лавовые потоки; 3 - игнимбриты (Тимоновский комплекс, N_2tm); 4 - интрузии диоритов (Тимоновский комплекс, N_2tm); 5 - крупнопорфировые базальты, агломератовые туфы (Киркинайский вулканический комплекс, N_2kr). 6 – черные алевролиты, аргиллиты, песчаники (Тальниковская толща, K_2tl); 7 - обрывы Авачинского хребта, 8 – место расположения описываемого разреза игнимбритов. На врезке вверху справа показано место расположения района исследования.

Целью этих работ было уточнение северо-восточной и северной границ области распространения толщи игнимбритов, условий их залегания и стратиграфического положения [5].

Работы полевого сезона 2010 года являлись продолжением работ 2009 года. В результате исследований в районе оз. Авачинское и горы с отм. 1881 м (западная оконечность Валагинского хребта, Восточная Камчатка) был детально изучен разрез игнимбритов общей мощностью 500 м (рис. 1). В разрезе выделены 11 слоев, представляющих собой отложения серии пирокластических потоков (рис. 2). Мощность отдельных слоев игнимбритов - 40 – 60 м, минимальная – около 10 м.

Изучение данного разреза показало, что процесс формирования толщи игнимбритов в этом районе был длительным и сложным, что это не был «однократный игнимбритообразующий взрыв» как это было отмечено ранее в [11].

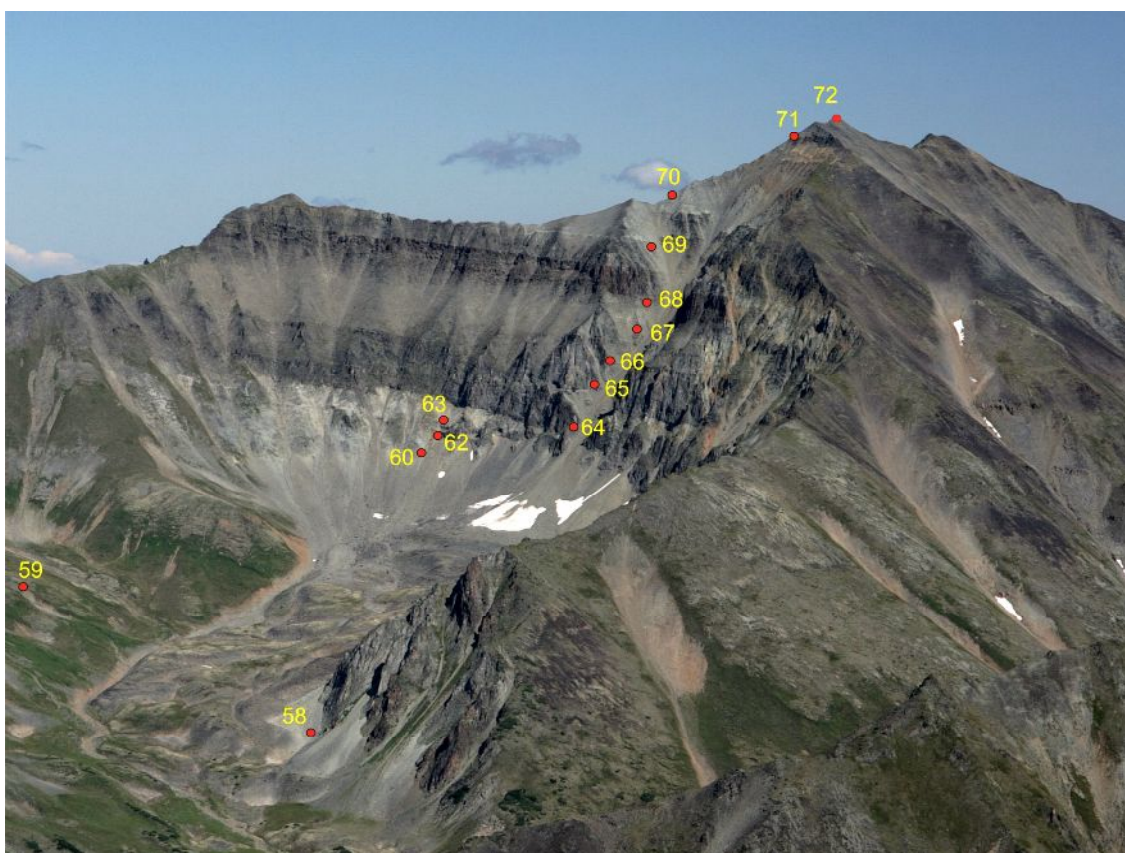


Рис. 2. Разрез толщи игнимбритов в верховьях оз. Авачинское. Показаны точки отбора образцов. Фото Рогозина А.Н.

Петрохимическая характеристика игнимбритов района

Изучение петрохимии игнимбритов Верхне-Авачинской структуры (30 валовых химических анализов) показало, что они изменяются от базальтов до андезитов (SiO_2 51,2–59,9 %). Для Камчатки игнимбриты такого состава не характерны и встречены в таком большом объеме впервые. В мире известно всего лишь три места где были подробно изучены и описаны такие породы – кальдеры Масайя (Masaya) в Никарагуа, Тамбора (Tambora) в Индонезии и на о. Амбрим (Ambrym) в архипелаге Новые Гибриды в Тихом океане [14].

Для того чтобы показать особенность игнимбритов Верхне-Авачинской структуры нами для сравнения были использованы химические анализы игнимбритов четвертичного возраста из других районов Камчатки: Узон-Гейзерной депрессии [3], кальдер вулканов Большой Семячик [2], Стена-Соболиный [7], Горелый [12], кальдеры Карымшина [8]. На представленных ниже диаграммах видно, что игнимбриты Верхне-Авачинской структуры значительно отличаются по своему составу от других игнимбритов Камчатки.

На диаграмме «сумма щелочей – кремнезем» (TAS) (рис. 3. а.) видно, что игнимбриты Верхне-Авачинской структуры попадает в область нормальнощелочных пород основного и среднего состава. Игнимбриты кальдеры вулкана Горелый лежат на границе между умереннощелочными и нормальнощелочными породами трахиандезитового и трахидацитового состава (рис. 3а. 3, 4). Игнимбриты кальдеры Карымшина занимают обширное поле от низкощелочных и нормальнощелочных дацитов, риодацитов, риолитов до умереннощелочных трахидацитов (рис. 3а. 2). Игнимбриты Большого-Семячика, Узон-Гейзерной депрессии и кальдеры Стена-Соболиная (КВЦ), в основном, занимают поле нормальнощелочных пород кислого состава (рис. 3а. 5, 6, 7).

По содержанию K_2O игнимбриты Верхне-Авачинской структуры (рис. 3б, 1) попадают большей частью в поле умереннокалиевых пород, хотя есть три образца, которые находятся в области высококалиевых пород. Игнимбриты других районов занимают поле умереннокалиевых пород, и только некоторые из игнимбригов кальдеры вулкана Горелого (рис. 3б, 3, 4) и кальдеры Карымшина (рис. 3б, 2) попадают в область высококалиевых пород.

По критерию Мияширо (FeO^*/MgO) видно, что игнимбриты Верхне-Авачинской структуры относятся к области известковощелочных пород (рис. 3в). Игнимбриты остальных районов располагаются, в основном, вблизи границы серий, попадая как в толеитовую так и в известковощелочную серии.

На диаграмме изменения содержания породообразующих окислов от SiO_2 (рис. 4) с увеличением содержания SiO_2 в игнимбритах Верхне-Авачинской структуры идет резкое понижения MgO (6,7-2,5%). Менее резко идет уменьшение CaO , FeO^* , Al_2O_3 при увеличении содержания SiO_2 от базальтов до андезитов. Содержание Na_2O и K_2O наоборот постепенно увеличивается при возрастании содержания SiO_2 в игнимбритах рассматриваемого района. Концентрации Na_2O и P_2O_5 не зависят от содержания SiO_2 и находится в пределах 2,1-3,7% и 0,17-0,31% соответственно.

Приведенные данные показывают, что изученные игнимбриты Верхне-Авачинской структуры занимают особое место среди игнимбригов Камчатки. Основное отличие – их состав изменяются от базальтов до андезитов (SiO_2 51,2–59,9 %). Такие игнимбриты встречены на Камчатке впервые и в дальнейшем планируется их более детальное изучение.

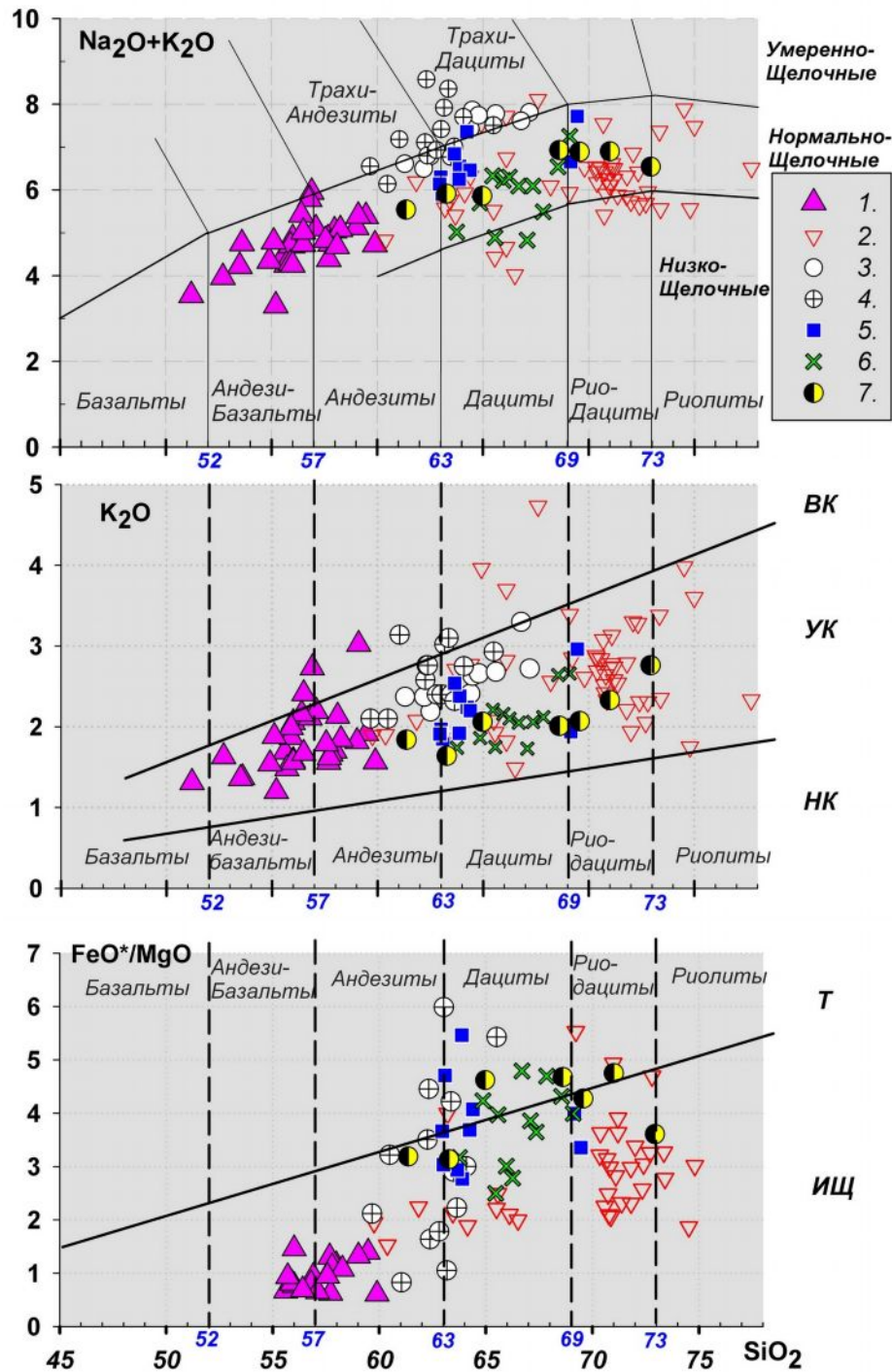


Рис. 3. Вариационные диаграммы для игнимбритов Верхне-Авачинской структуры: (а) сумма щелочей – кремнезем (TAS). Границы раздела пород низкой, нормальной и умеренной щелочности приведены по [10]. (б) SiO_2-K_2O . Поля составов различных по калиевости пород приведены по [10]. Поля высоко, умеренно и низкокалиевых пород отмечены, соответственно, буквами ВК, УК и НК. (в) критерий Мияширо (FeO^*/MgO). Дискриминационная линия разделяющая толеитовую и известково-щелочную серии проведена по [13]. Буквами на диаграмме обозначены: Т – толеитовая серия, ИЩ – известково-щелочная. Игнимбриты сравниваемых районов: 1. – Верхне-Авачинская структура; 2 – кальдера Карымшина; 3 – кальдера вулкана Горелого (данные полевого сезона 2010 года); 4 – кальдера вулкана Горелого по [12]; 5 – Стена-Соболиная (КВЦ); 6 – Узон-Гейзерная депрессия; 7 – Большой Семячик. Петрогенные окислы на диаграммах приведены в массовых %.

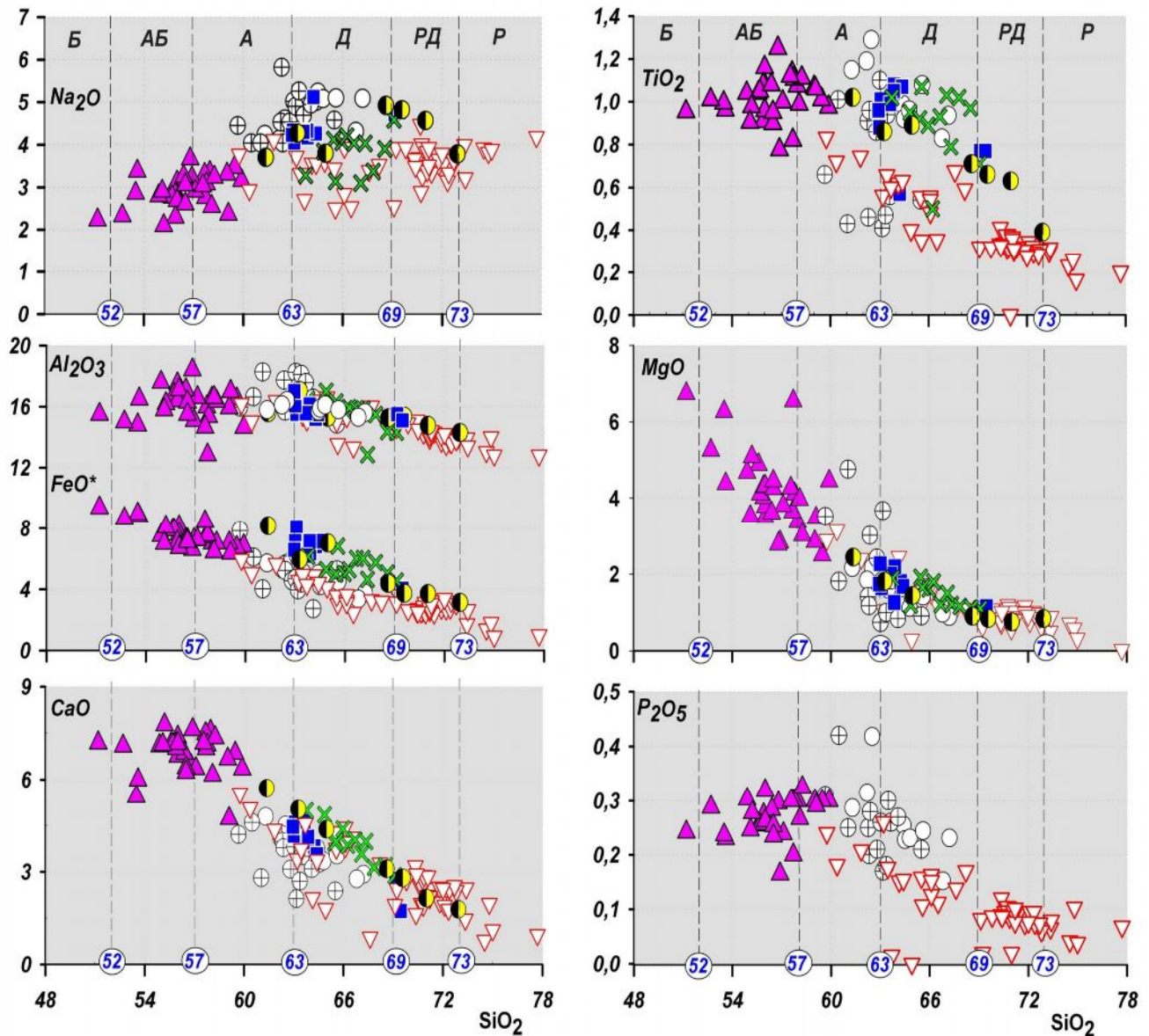


Рис. 4. Вариационные диаграммы Харкера (мас.%)..

Условные обозначения см. на рис. 3.

Символы:

Б – базальты, АБ – андезибазальты, А – андезиты,

Д – дациты, РД – риодациты, Р – риолиты.

Выводы

1. Детально изучен 500-метровый разрез игнимбритов, связанных с Верхне-Авачинской структурой. Выделено 11 слоев, представляющих собой отложения серии пирокластических потоков и свидетельствующих, что процесс формирования игнимбритов в этом районе был длительным и сложным.

2. Показано, что игнимбриты Верхне-Авачинской структуры имеют андезитовый и андезибазальтовый состав, а не дацитовый, как считалось более ранними исследователями. Игнимбриты по диаграмме TAS относятся к нормальнощелочным, по содержанию K_2O занимают поле умереннокалиевых пород, по критерию Мияширо попадают в поле известковощелочных пород.
3. Проведено сопоставление петрохимии игнимбритов Верхне-Авачинской структуры с игнимбритами кальдер Карымшина, Стены-Соболиного (Карымский вулканический центр), Большого Семячика, вулкана Горелого и Узон-Гейзерной депрессии. Показано, что игнимбриты Верхне-Авачинской структуры имеют своеобразный состав, отличающий их от других игнимбритов Камчатки.

Авторы выражают благодарность к.г.-м.н. В.Л.Леонову и к.г.-м.н. Е.Н.Гриб за консультации и помощь на всех этапах в написании работы.

Работа выполнена в рамках проектов ДВО РАН 09-III-A-08-424, 10-III-B-08-211, 10-III-B-08-215.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. М 1:200 000. Лист N-57-XII, XVIII, N-58-VII. Санкт-Петербург. 2006.
2. Гриб Е.Е., Леонов В.Л. Игнимбриты кальдеры Большой Семячик (Камчатка): состав, строение; условия образования. // Вулканология и сейсмология. 1992. №5-6. С. 34-50.
3. Гриб Е.Е., Леонов В.Л. Игнимбриты Узон-Гейзерной вулканотектонической депрессии, Камчатка: сопоставление разрезов, состав, условия образования. // Вулканология и сейсмология. 1993. №5. С 15-33.
4. Егоров О.Н. Структурообразование и магмогенез над верхнемантийными плюмами в вулканическом поясе зоны перехода океан-континент /центры эндогенной активности / [электронный ресурс]: научное издание / Отв. ред. Ю.П. Масуренков – М.: ИФЗ РАН, 2009. – 1 электрон. опт. диск.
5. Кувикас О. В., Rogozin A.H. Первые результаты изучения 500-метрового разреза игнимбритов (река Кавыча, Восточная Камчатка) // Материалы VII региональной молодежной научной конференции «Исследования в области наук о Земле». Петропавловск-Камчатский. 2009. С. 39-48.

6. *Леонов В.Л., Гриб Е.Н.* Структурные позиции и вулканизм четвертичных кальдер Камчатки. Владивосток: Дальнаука, 2004. 170 с.
7. *Леонов В.Л., Гриб Е.Н., Карташева Л.А.* Расчленение игнимбригов и оценка объемов магмы, выброшенной при игнимбригообразующих извержениях на восточной Камчатке. // *Вулканология и сейсмология.* 2000. № 5. С. 3-18.
8. *Леонов В.Л., Рогозин А.Н.* Карымшина – гигантская кальдера – супервулкан на Камчатке: границы, строение, объем пирокластики // *Вулканология и сейсмология.* 2007. № 5. С. 14-28.
9. *Мелекесцев И.В.* Основные этапы формирования современного рельефа Курило-Камчатской области // *Камчатка, Курильские и Командорские острова.* М.: Наука, 1974. С. 337-345.
10. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Издание третье, исправленное и дополненное. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 200 с.
11. *Шанцер А.Е., Краевая Т.С.* Формационные ряды наземного вулканического пояса (на примере позднего кайнозоя Камчатки). М.: Наука, 1980. С. 164.
12. *Шеймович В.С., Патока М.Г.* Геологическое строение зон активного Кайнозойского Вулканизма. М.: Геос, 2000. 208 с.
13. *Miyashiro A.* Volcanic rock series in island arcs and active continental margins // *American Journal of Science.* 1974. V. 274, P. 321-355.
14. *Robin C, Eissen J-P, Monzier M.* 1994. Ignimbrites of basaltic andesite and andesite composition from Tanna, New Hebrides Arc. *Bull Volc*, 56: 10-22

PETROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF IGNIMBRITES OF THE VERKHNE-AVACHINSKAYA STRUCTURE
(RESULTS OF FIELD-WORK IN 2009-2010).

¹*Rogozin A.N.,* ²*Klyapitskiy E.S.*

¹*Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS*

²*The Kamchatka State University of Vitus Bering*

The report presents recent data on the petrochemical composition of ignimbrites of the Verkhne-Avachinskaya structure. Up to the present time this structure was poorly investigated. As a result of the field work in 2009-2010, the distribution of ignimbrite sediments was clarified, their sections were described in detail. It was shown that ignimbrites of the Verkhne-Avachinskaya structure have peculiar composition, which distinguish them from quaternary ignimbrites common for Kamchatka.

Keyword: ignimbrite, petrochemicals, Kamchatka