



УДК 551.21

В. Л. Леонов, А. Н. Рогозин, Е. С. Кляпицкий

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,  
г. Петропавловск-Камчатский, e-mail: rogozin@kscnet.ru*

## Игнимбриты, заполняющие Верхнеавачинскую кальдеру: сопоставление разрезов

В работе рассматриваются игнимбриты, которые занимают обширные пространства в верховьях рек Кавыча, Средняя и Левая Авача. Район представляет собой высокогорный хребет, протягивающийся в меридиональном направлении на 20–25 км. В период с 2009 по 2010 г. были изучены разрезы игнимбритов, условия залегания, возраст. Работы проводились с целью уточнения границ области распространения толщи игнимбритов, условий их залегания и стратиграфического положения. Таким образом, была выделена депрессия, имеющая тектонические границы и округлые очертания — кальдера, которой мы дали название — Верхнеавачинская [2]. Изучение показало, что процесс формирования толщи игнимбритов в этом районе был длительным и сложным. В результате проведённой работы была построена схема геологического строения верховьев рек Левая Авача и Кавыча (рис. 1). В процессе изучения игнимбритов Верхнеавачинской кальдеры было выяснено, что для Камчатки игнимбриты такого состава нехарактерны, поскольку валовый химический анализ показал изменение их состава от базальтов до андезитов. Для того чтобы показать особенности игнимбритов Верхнеавачинской структуры, было проведено их сравнение с игнимбритами четвертичного возраста других районов Камчатки [3]. В работе представлены данные о пяти разрезах, находящихся внутри изученной кальдеры (рис. 1).

Первые два разреза R-2009 и L-2009 были изучены и описаны в 2009 г. По разрезу R-2009, который располагается в верховьях рек Левая Авача и Кавыча и представляет из себя 500-метровый разрез вулканогенной толщи, ранее уже были представлены данные [1]. В 2010 г. работы продолжились в районе Верхне-Авачинского озера и горы с отметкой 1881 м. Был изучен разрез игнимбритов L-2010, мощностью 500 м, состоящий из 11 слоёв [3]. В 2012 г. в верховьях пади Глубокой на высоте 1300 м, был изучен разрез игнимбритов общей мощностью 500 м.

В 2014 г. был выполнен маршрут по гребню Авачинского хребта на высоте 1830 м. Этот участок расположен в пяти километрах на восток от Верхне-Авачинского озера. Маршрут проходил от перевальной части на высоте 1770 м на север к вершине с отметкой 1900 м. По гребню были отобраны образцы из разреза L-2014. Подробно была описана верхняя часть разреза мощностью 130 м. Выделено четыре пласта лавоподобных, плотно спёкшихся игнимбритов.

На диаграмме концентрации редких элементов (рис.) видно, что содержание Ва в разрезах R-2009 и L-2009 несколько повышено, в отличие от разрезов L-2010 и L-2014, в которых содержание Ва резко повышается. Концентрация Sr в разрезе L-2009 значительно выше, чем в разрезе L-2010. По содержанию Zr, Y и Sc не наблюдается особых различий между представленными разрезами, но наблюдается низкое содержание Sr в разрезе L-2014 и более высокое в разрезе L-2012.

На диаграмме отношения элементов по высоте мы наблюдаем увеличение содержания  $\text{SiO}_2$  в разрезах R-2009 и L-2009 с изменением высоты, а также уменьшение содержания  $\text{SiO}_2$  в разрезах L-2010 и L-2012. Концентрация  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  не имеет особых изменений среди разрезов относительно набора высоты. Для разреза L-2014 характерно более низкое содержание CaO относительно других разрезов. В разрезах R-2009 и L-2009 не наблюдается значительных изменений в содержании MgO, концентрация которого изменяется в сторону увеличения в разрезе L-2010. Диаграмма  $\text{FeO}^*$  показывает незначительные изменения концентрации в разрезах R-2009 и L-2009 с изменением высоты в сторону её понижения, однако, в разрезах L-2010, L-2012 и L-2014 которые расположены на больших высотах, идёт обратный процесс увеличения содержания компонента.

На диаграмме концентрации компонентов можно наблюдать, что разрез R-2009 и L-2009, расположенные на близких высотах, показывают на всех представленных элементах отношение к породам среднего состава (по  $\text{SiO}_2$ ). Разрезы L-2010 и L-2012, имеющие некоторые отличия в высотном расположении, всё в показывают их значительный переход от пород средних к породам основного состава. Разрез L-2014 имеет схожее высотное расположение относительно разрезов L-2010 и L-2012, но концентрация элементов в нём значительно отличается, тем самым мы относим его к породам среднего состава.

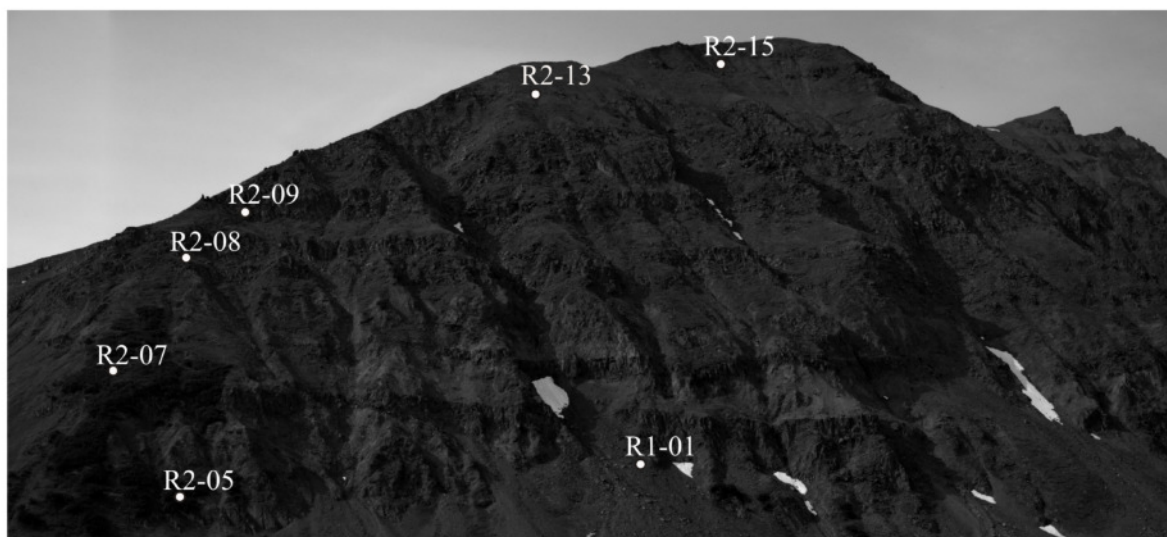


Рис. 1. Разрез R-2009.



Рис. 2. Разрез L-2009

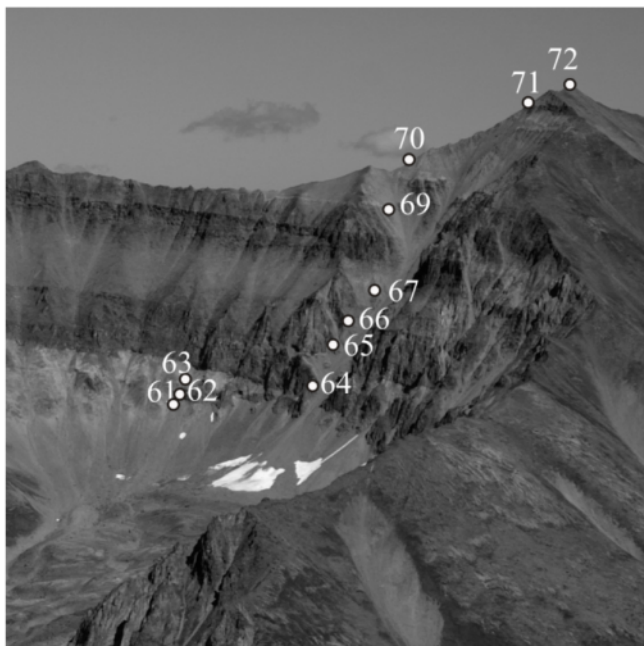


Рис. 3. Разрез L-2010.

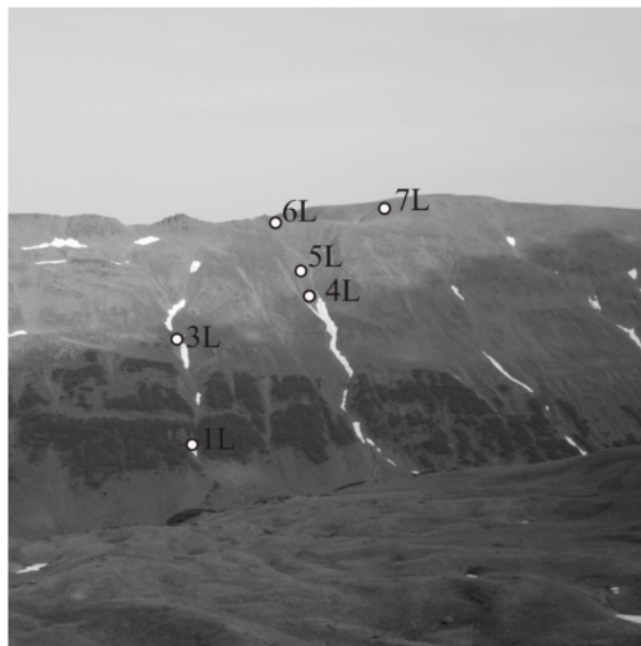
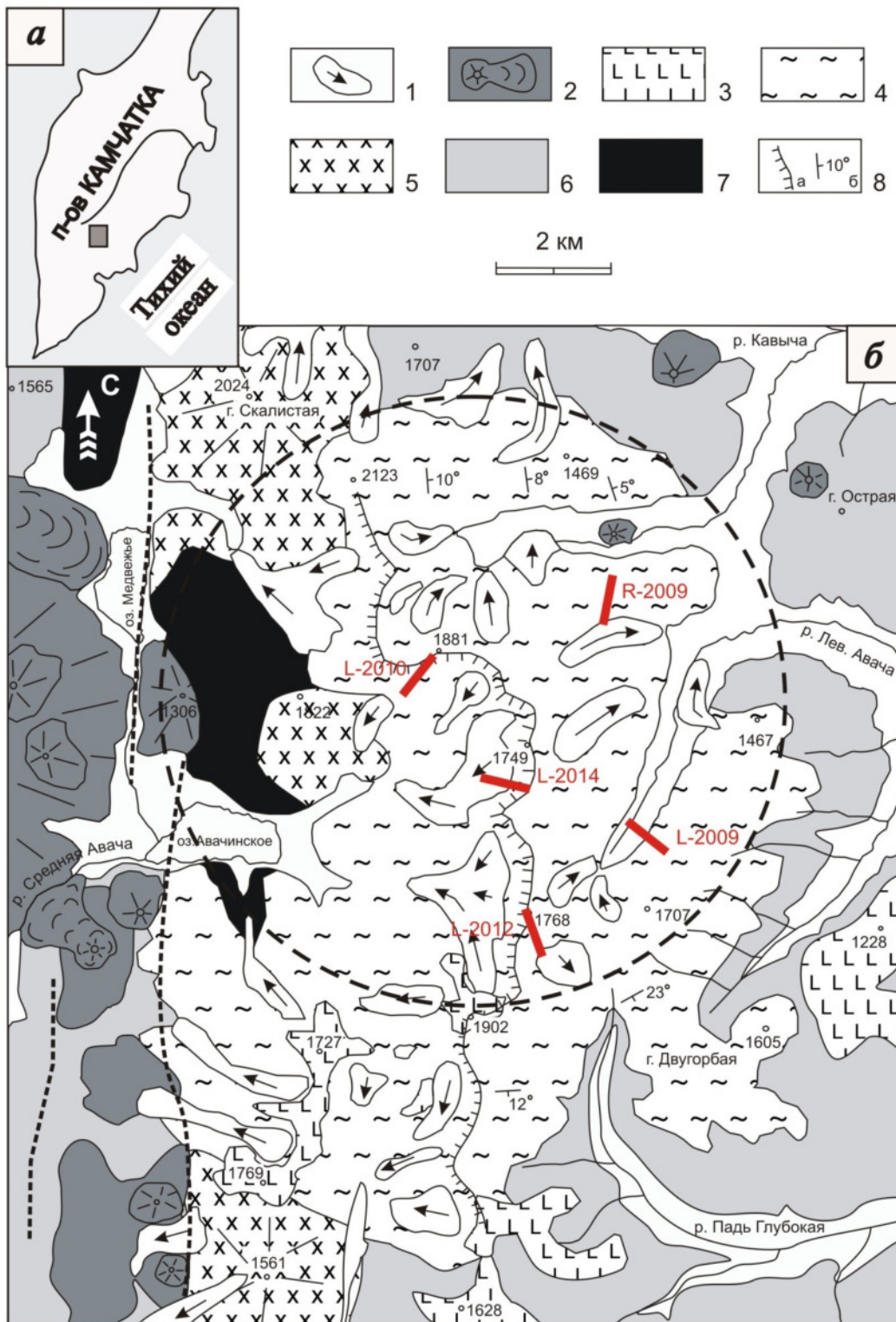


Рис. 4. Разрез L-2012.



Рис. 5. Разрез L-2014.





**Рис. 6.** Схема геологического строения верховьев рек Левая Авача и Кавыча [2]. 1 – нерасчленённые аллювиальные, ледниковые и обвално-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 – алевролиты, аргиллиты, песчаники (верхний мел); 8, а – обрывы Авачинского хребта, б – элементы залегания пород. Пунктирный круг в центре – границы выделенной кальдеры. Красными прямоугольниками в середине выделенной кальдеры обозначены исследуемые разрезы.

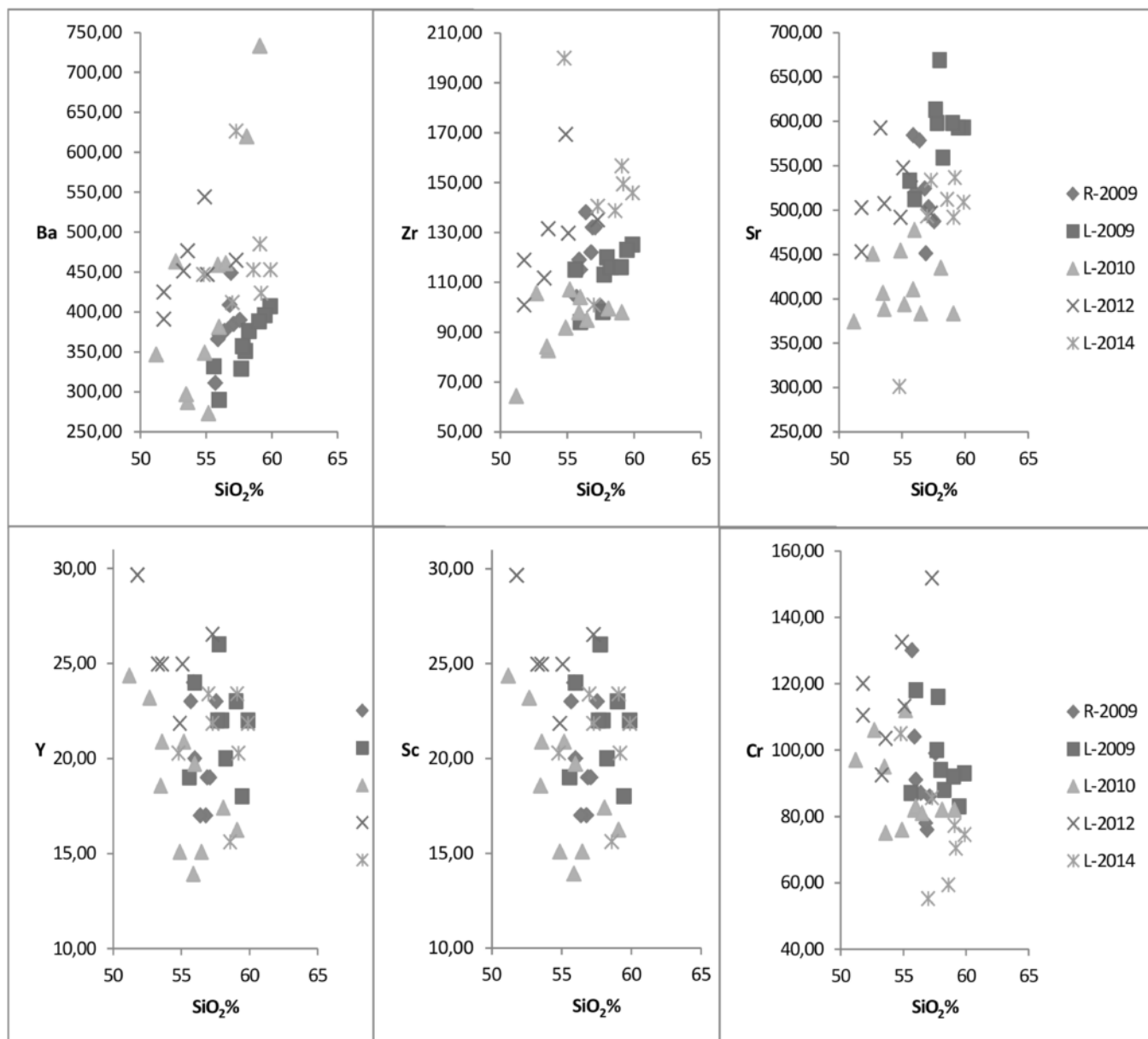


Рис. 7. Диаграмма концентрации редких элементов в зависимости от содержания SiO<sub>2</sub> (мас. %).

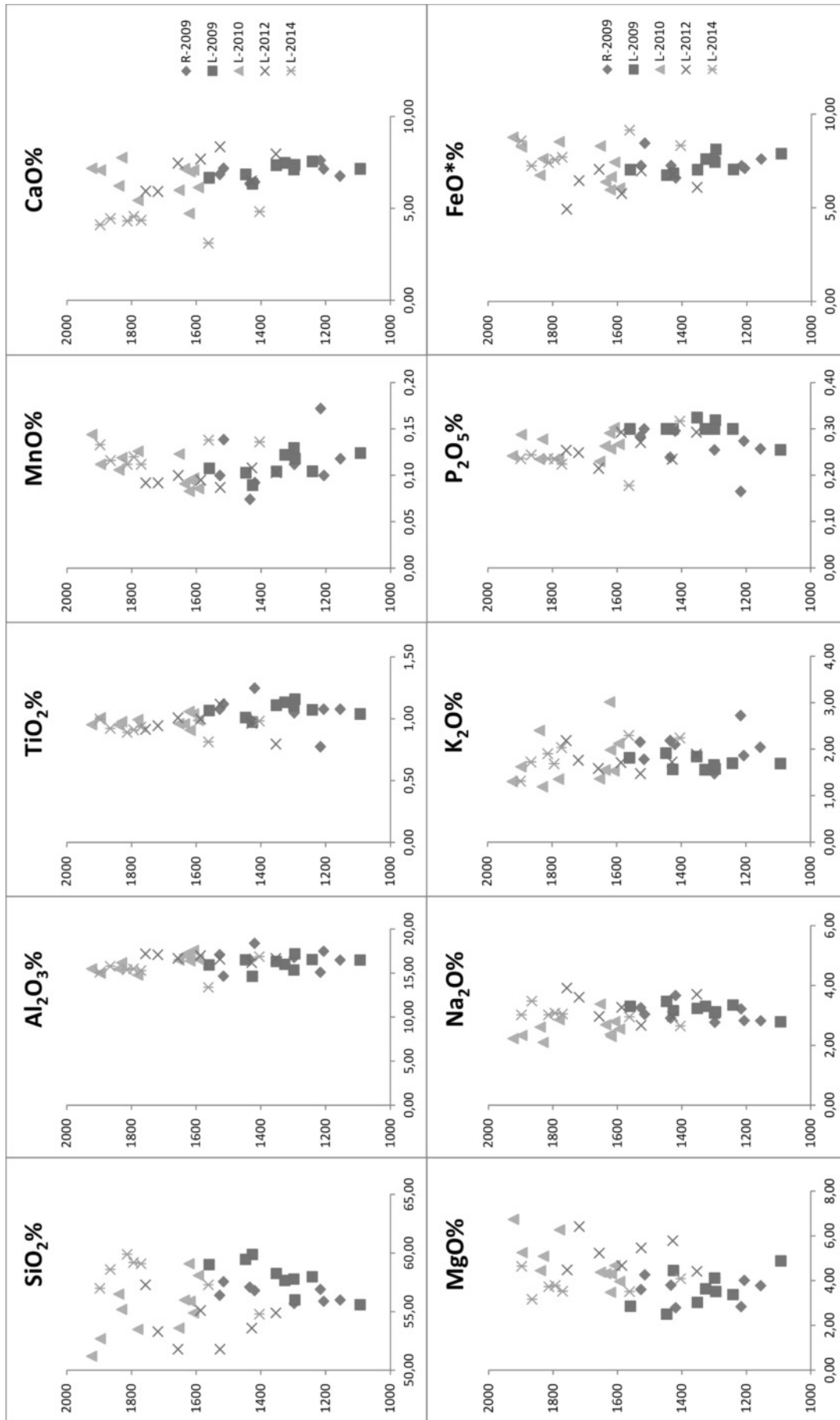


Рис. 8. Отношение элементов разреза по высоте.

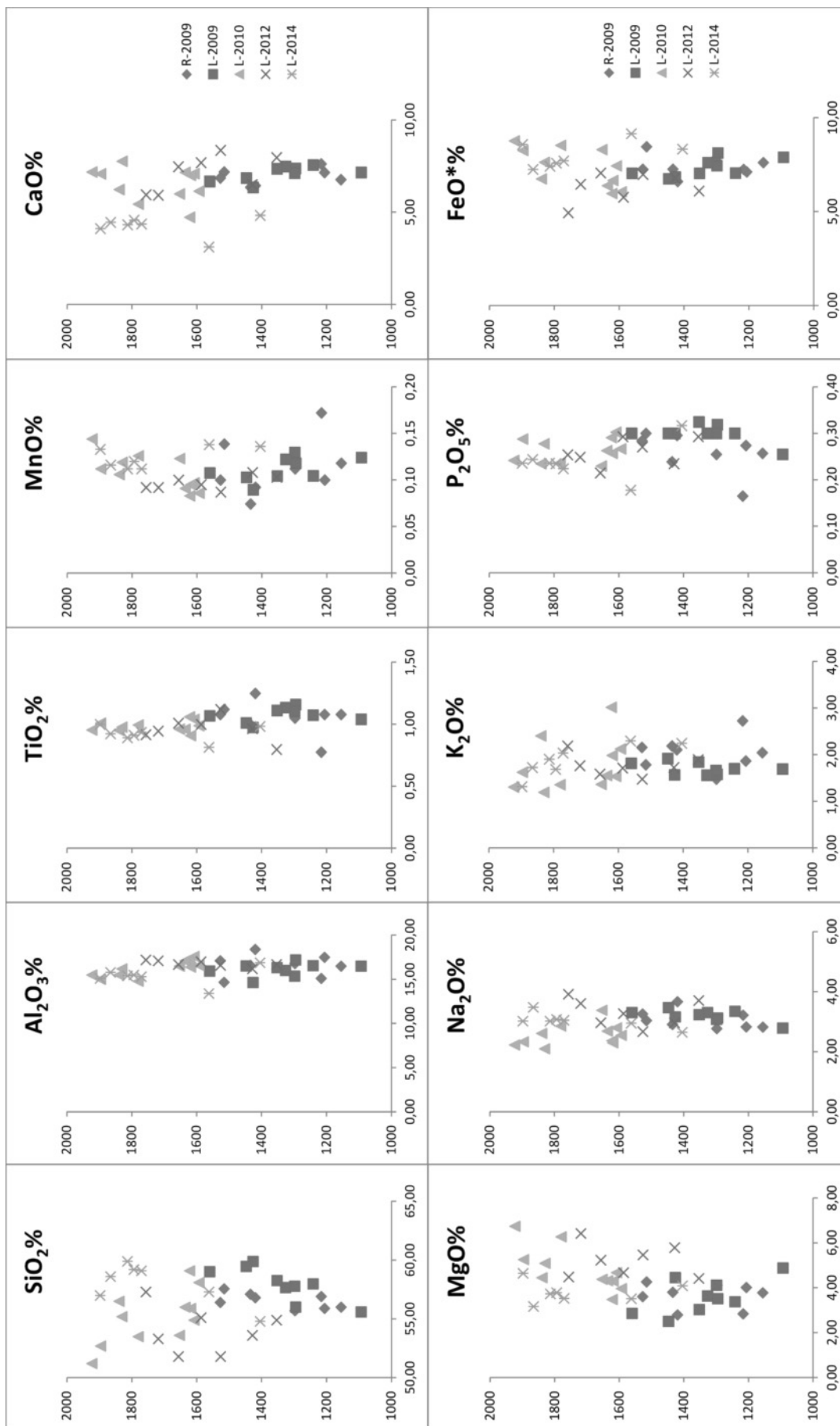


Рис. 9. Диаграмма концентрации петрогенных компонентов в зависимости от содержания SiO<sub>2</sub> (мас. %).

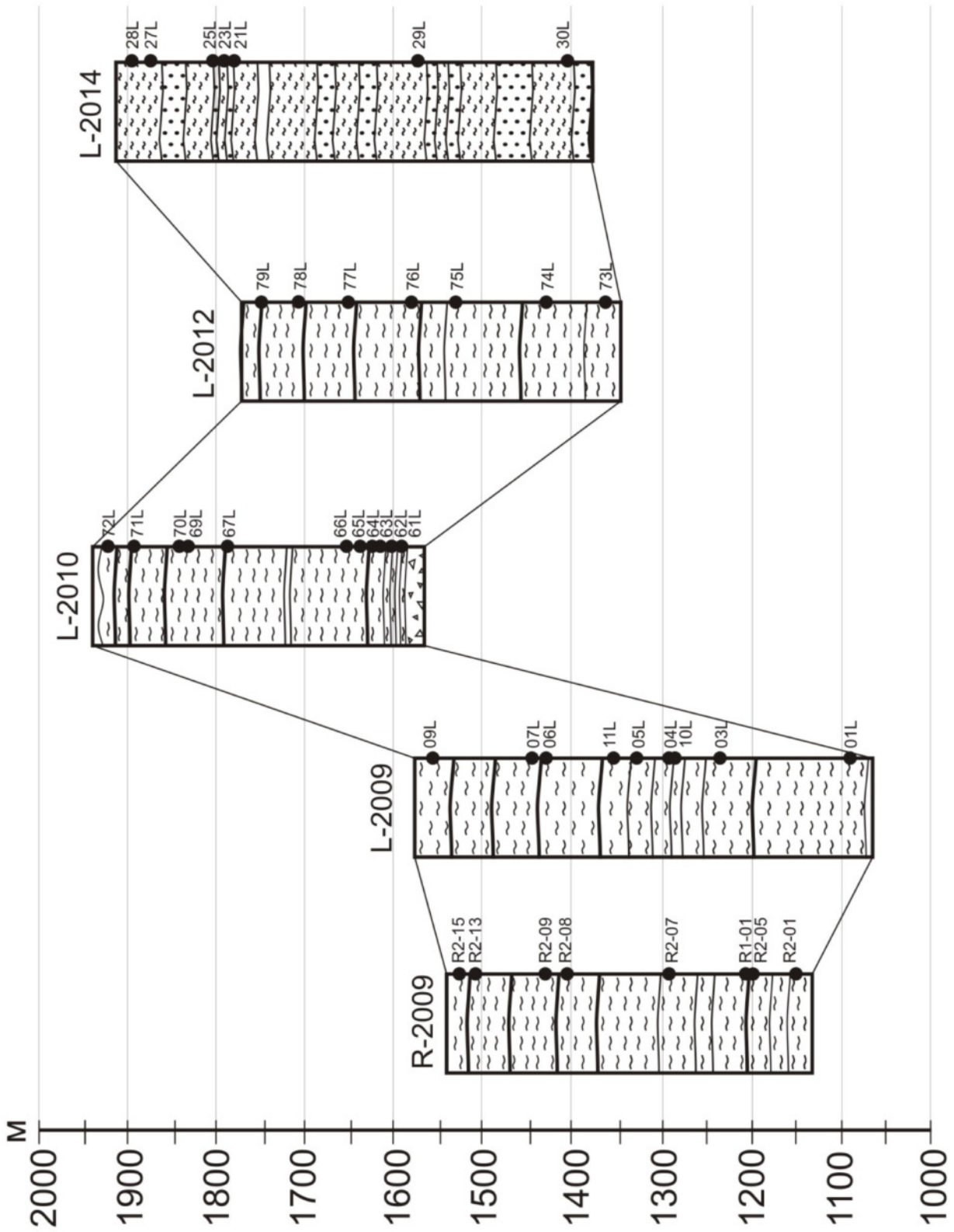


Рис. 10. Сопоставление разрезов игнимбритов Верхнеавачинской кальдеры.



Район исследований — один, и концентрация редких элементов имеет небольшие отличия между рассматриваемыми разрезами, но всё в, несмотря на некие отличия в расположении разрезов по высоте, концентрации элементов имеют схожее содержание.

### Выводы

В результате были построены и изучены пять разрезов отличающихся между собой по высотным характеристикам. Разрез R-2009 имеет видимую мощность 412 м (от 1115 до 1527 м), L-2009 — 467 м (от 1093 до 1560 м), L-2010 — 400 м (от 1523 до 1923 м), L-2012 — 403 м (от 1353 до 1756 м), L-2014 — 493 м (от 1404 до 1897 м).

Установлено, что с изменением высоты содержание некоторых элементов в изученных разрезах заметно растёт, либо понижается или остаётся неизменным, но все они находятся в одном диапазоне распространения в зависимости от  $\text{SiO}_2$  и относятся к породам основного и среднего состава.

Представленная диаграмма редких элементов имеет небольшие отличия между рассматриваемыми разрезами, но всё в, несмотря на некоторые отличия в расположении разрезов по высоте, концентрации элементов имеют схожее содержание.

Были выявлены небольшие отличия по содержанию редких элементов (Ba, Sr, Zr, Y, Sc, Cr) в рассматриваемых разрезах.

### Список литературы

1. *Кувикас О. В., Рогозин А. Н.* Первые результаты изучения 500-метрового разреза игнимбритов (река Кавыча, Восточная Камчатка) // Материалы VII региональной молодёжной научной конференции «Исследования в области наук о Земле». Петропавловск-Камчатский. 2009. С. 39-48.
2. *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 ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2011. С. 53-56.
3. *Рогозин А. Н., Кляпицкий Е. С.* Петрохимическая характеристика игнимбритов Верхне-Авачинской структуры (по результатам полевых работ 2009-2010 гг.) // Материалы VIII региональной молодёжной научной конференции «Исследования в области наук о Земле». Петропавловск-Камчатский. 2010. С. 29-38.
4. *Рогозин А. Н., Леонов В. Л., Кувикас О. В.* Необычные игнимбриты Верхнеавачинской кальдеры (Камчатка): строение разрезов и петрохимической особенности // Вулканизм и геодинамика. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. С. 234-237.