

# Плиоцен-четвертичные пеплы на территории Южного Федерального Округа (проблемы, парадоксы, идеи)

В.М. Газеев<sup>\*1</sup>, А.Г. Гурбанов<sup>\*2</sup>, А.Б. Лексин<sup>\*3</sup>, А.Я. Докучаев<sup>\*4</sup>, С.И. Исаков<sup>\*5</sup>

## ВВЕДЕНИЕ

Вулканический пепел является важным геологическим свидетельством мощных эксплозивных извержений, часто имеющих катастрофические последствия. Будучи выброшенным в верхние слои атмосферы, он разносится воздушными потоками на большие расстояния (до 1000 и более километров) и выпадает на обширной территории. В фаунистически плохо охарактеризованных геологических разрезах пепловые горизонты могут служить надежным маркирующим уровнем и использоваться:

– для определения возраста вмещающих их толщ, если известен возраст пеплов в разрезе вулкана;

– изучения катастрофических событий, связанных с прошлыми эксплозивными извержениями, и определения частоты их повторяемости, что важно для моделирования катастрофических экологических сценариев на случай возобновления активности «спящих» вулканов Кавказа;

– реконструкции палеогеографических условий, в частности особенностей циркуляции воздушных масс в атмосфере на момент извержения;

– промышленного производства и строительства в качестве утеплителя, добавок для пуццоланизации портланд-цемента и в качестве мягкого абразива.

Датирование пепловых горизонтов, обнаруженных в Предкавказье, позволит полнее расшифровать историю новейшего вулканизма Кавказа. Для использования вулканического пепла (тефры) в качестве геологического маркера и выявления конкретных вулканов, с активностью которых связан тот или иной пепловый горизонт, необходимо знать типоморфные минералогические и геохимические характеристики и возраст туфовых и пепловых горизонтов, занимающих

определенное положение в разрезах вулканов Кавказа. Для многих вулканов такая информация у нас имеется.

В периодической литературе иногда появляется информация о находках разновозрастных пеплов и туфов на территории Южного Федерального округа. Но до сих пор нет систематики этих пеплов, их минералогической и геохимической характеристик, отсутствуют такие данные и по ряду эталонных объектов. Эта задача, по-видимому, не под силу отдельным разрозненным коллективам геологов, работающих на ограниченных территориях и часто не имеющих доступа к современным аналитическим приборам. Это вытекает из того, что проблема, обозначенная около века назад первыми исследователями региональной геологии Кавказа, до сих пор не решена. Нужна комплексная целенаправленная программа исследований по этой проблеме и объединение усилий многих коллективов исследователей.

На рубеже XX и XXI веков на Центральном Кавказе начали комплексные исследования сотрудники лабораторий петрографии и изотопной геохимии и геохронологии Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ РАН), изучавшие новейший вулканизм Большого Кавказа (БК). В процессе этих работ изучались известные и впервые обнаруженные пепловые горизонты, расположенные как в районах вулканических центров, так и за их пределами. В настоящей статье публикуются материалы, которые в дальнейшем будут дополнены. В итоге они послужат базой для создания эталонной схемы, включающей сведения о распространности и особенностях петрохимического, геохимического и минералогического составов и возраста плиоцен-четвертичных пеплов Южного Федерального Округа.

<sup>\*1</sup> Газеев В.М. – к. г.-м. н., н. с. ИГЕМ РАН.

<sup>\*2</sup> Гурбанов А.Г. – к. г.-м. н., в. н. с. ИГЕМ РАН.

<sup>\*3</sup> Лексин А.Б. – м. н. с. ИГЕМ РАН.

<sup>\*4</sup> Докучаев А.Я. – к. г.-м. н., с. н. с. ИГЕМ РАН.

<sup>\*5</sup> Исаков С.И. – н. с. ИГЕМ РАН.

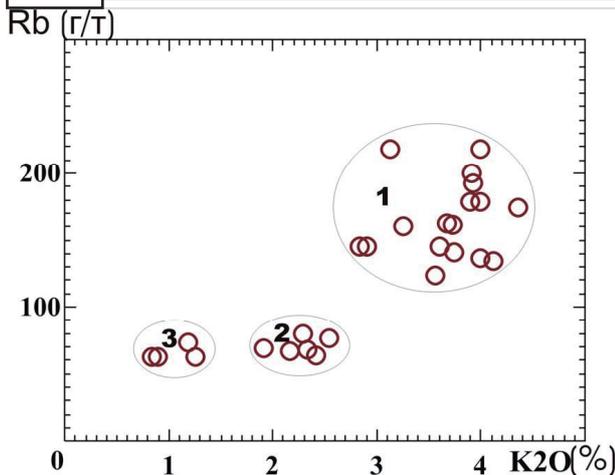


Рис. 1. Положение фигуративных точек плиоцен-четвертичных пеплов на диаграмме Rb/K<sub>2</sub>O:

1 – пеплы Эльбрусского вулканического центра; 2 – пеплы Южной Осетии (Кельский район, карьер в правом борту р. Малая Лиаква) и Северной Осетии (свита Руах-Дзуар); 3 – пеплы г. Крандух, долины р. Халагори и Отказненского водохранилища

### ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕПЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА И В ПРИЛЕГАЮЩИХ РЕГИОНАХ

Одна из характерных особенностей кайнозойских отложений на территории Южного Федерального Округа – присутствие в них прослоев и линз пеплов (тефры). Впервые они были отмечены Г.В. Абихом в 1863 году в Закавказье на Апшеронском полуострове. Затем пеплы описывались Н.И. Андрусовым в 1904–1911 годах на Таманском и на Керченском полуостровах; В.П. Рентгартеном в 1910 году – на Центральном Кавказе в окрестностях города Налчика. В этот же период П.З. Виноградов-Никитин обнаруживает под толщей пеплов Ахалцихского района остатки окаменелого третичного леса, что свидетельствует о катастрофическом характере извержения.

Первое обобщение данных по вулканическим пеплам Кавказа и Закавказья опубликовано в 1914 году П.Н. Чирвинским. По уменьшению размерности обломков стекла и темноцветных минералов им впервые было определено направление переноса и показано, что Челекенские пеплы родом из Закавказья. А.А. Дубянский в 1928–1940 годах описал пеплы в плейстоценовых и акчагыльских отложениях Воронежской области. П.А. Православцев [11] в 1930 году обнаружил вулканический пепел дацитового состава на правом берегу р. Кубань у станицы Темиржбекской Краснодарского края. Время породившего их извержения предположительно отнесено им к мицдель-рисской межледниковой эпохе, а источником определены не действующие ныне вулканы Кавказа. А.А. Якубов в 1936 году опубликовал данные о вулканических пеплах Апшеронского полуострова. На основании сравнения химического состава пепла с лавами Большого и Малого

Кавказа им сделан вывод о происхождении пепла из вулканических центров Малого Кавказа, что подтвердило правильность выводов П.Н. Чирвинского. П.К. Заморий в 1937 году описал четвертичные пеплы в Степном Крыму, которые при SiO<sub>2</sub> = 57,45 % имеют повышенную щелочность: K<sub>2</sub>O = 4,65 %; Na<sub>2</sub>O = 5,68 %. Н.С. Боганик [1] в 1948 году описал линзы пепла на речной террасе р. Подкумок вблизи железнодорожных станций Подкумок, Скачки и станиц Константиновка, Лысогорская, где они принимают участие в строении вюрмских террас. Н.Н. Карлов [3] в 1957 году рассмотрел историю изучения вулканических пеплов Европейской части СССР, но интерес к этим объектам не ослабевает до сих пор. В.С. Саянов [14] отметил обилие пеплов и продуктов их разложения в нижнесарматских отложениях Молдавии и предложил использовать их для увязки с миоценовыми разрезами Молдавии, Украины и Румынии. Н.И. Схиртладзе впервые [15] использовал пеплы для датирования вулканических образований. И.Н. Ремизов [12] описал на Украине около 50 пунктов, где в четвертичных суглинках присутствуют вулканические пеплы. Большинство из них приурочено к территориям Донецкой, Луганской, Полтавской и Харьковской областей. Отдельные проявления пеплов известны по Днепру и на Сиваше, а также в Измаильской и Воронежской областях. Пеплы часто залегают в пролювиальных отложениях второй половины неоплейстоцена, относимой к начальной стадии Осташковской оледенения. Состоят они в основном из изотропного вулканического стекла трахитового состава. В некоторых пеплах установлено присутствие костей крупных животных. В.И. Мелекесцев и др. [8], изучив состав пеплов позднеплейстоценовых отложений Европейской части СССР, связали их с катастрофическим извержением в районе Флегрейских полей (окрестности Неаполя, Италия). Л.С. Белокрыс изучил пеплоносность сарматских отложений на юге УССР и предположил, что в ее юго-западные районы в сарматском веке пеплы могли переноситься преимущественно с Карпатских, а в юго-восточные (Керченский полуостров) – с Малокавказских вулканов. С.И. Дотдугев [2] отметил обилие костей животных в вулканогенно-обломочных отложениях в районе г. Георгиевска. В.И. Муравьев [7] изучил стекла в пеплах базальтового состава из палеоценовых отложений Южного Поволжья и пришел к выводу о незначительном их удалении (первые сотни километров) от вулкана, который был расположен в сопредельном с Поволжьем регионе. В.Ю. Лаврушиным [4] описан горизонт пепла в верхнехазарских слоях Нижнего Поволжья. По геохимическому составу он считает их идентичными вулканикам Эльбруса из района р. Бийтик-Тебе. В.У. Мацапулин [6] описал в Дагестане несколько десятков проявлений пеплов в сарматских, акчагыльских, апшеронских и в четвертичных отложениях. Детальным исследованием пеплов в отложениях сармата и верх-

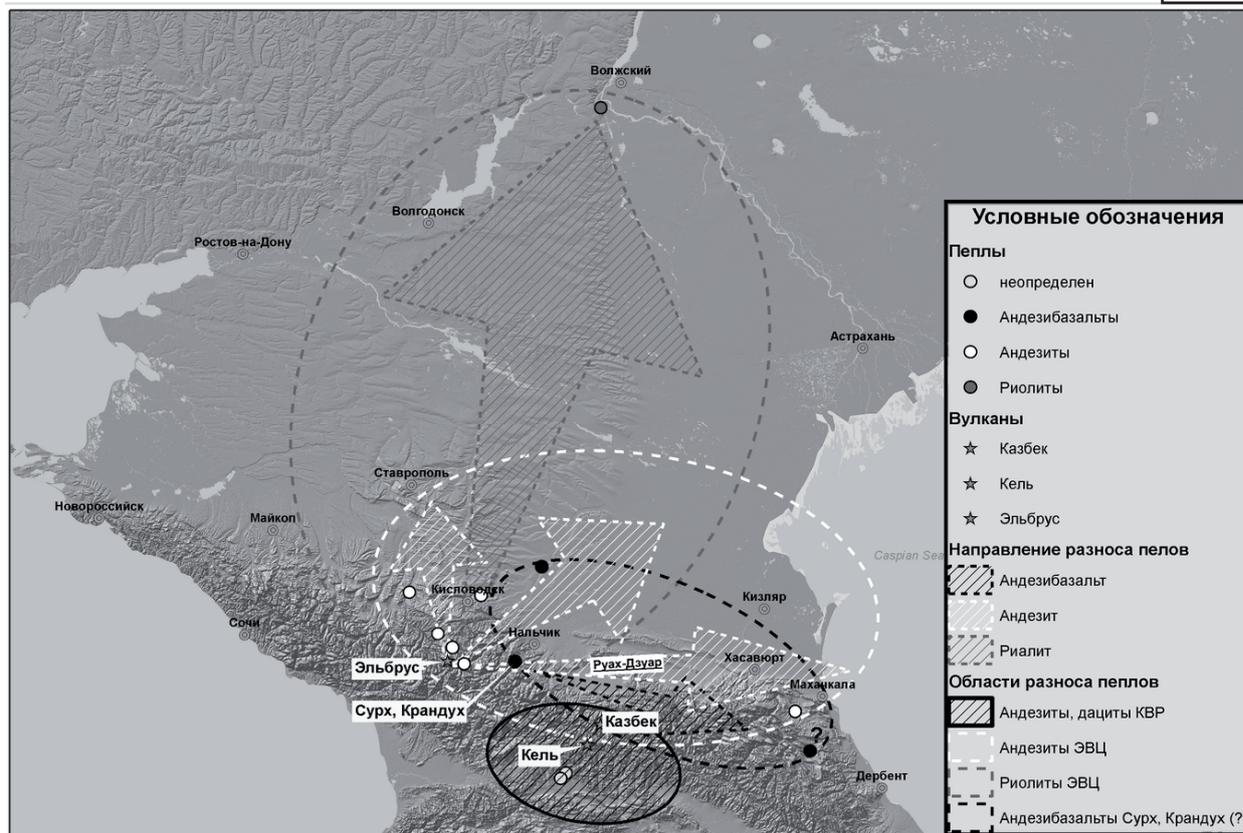


Рис. 2. Схема разноса пеплов из новейших вулканических построек Большого Кавказа

него меотиса Керченско-Таманского полуострова занимались Ю.В. Ростовцев и О.В. Парфенова [13]. По результатам исследований ими сделан вывод: пеплы сармата относятся к нормальному, субщелочному или умеренно щелочному петрохимическим типам:  $SiO_2 = 74-77 \%$ ,  $Al_2O_3 = 12-14 \%$ , сумма щелочей = 6–8 %; пеплы верхнего меотиса преимущественно субщелочного и щелочного типа:  $SiO_2 = 66-69 \%$ ,  $Al_2O_3 = 17-19 \%$ , сумма щелочей = 10–13 %. Источниками Керченско-Таманских пеплов являлись, по их мнению, вулканические центры Закавказья, расположенные в пределах Южной Грузии и Центрально-Армянской области.

Приведенный выше обзор публикаций по изучению отложений пеплов на территории Южного Федерального Округа и прилегающих регионов свидетельствует: о широкой их распространенности в третичных и четвертичных отложениях; разнообразии петрохимического состава пеплов; разнообразии регионов, откуда они были аэралью перенесены; катастрофических событиях, имевших место в прошлом в связи с эксплозивной вулканической активностью; и о полном отсутствии геохимической характеристики пеплов.

**ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ  
ОСОБЕННОСТИ НОВЕЙШИХ  
ВУЛКАНИТОВ БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

В плиоцене и четвертичное время на Большом Кавказе происходили мощные экспло-

зивные извержения. Вулканические постройки этого периода сохранились в основном в пределах Эльбрус-Чегемской вулканической области (ЭЧВО), расположенной на территории Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии и в Казбекском вулканическом районе (КВР) на территории Грузии и Южной Осетии. Кроме того, в пределах Терско-Каспийского краевого прогиба на территории Северной Осетии присутствует толща переотложенных вулканитов – свита Руах-Дзуар (РД), вопрос об источнике которых до сих пор остается остро дискуссионным.

Нами в период с 1999 по 2010 годы был собран представительный материал по новейшим вулканитам Большого Кавказа, который проанализирован методом РФА в лаборатории анализа минерального вещества ИГЕМ РАН. Полученные результаты (табл. 1) рассмотрены для выявления наиболее простых и надежных петрохимических и геохимических критериев различия вулканитов разного возраста, присутствующих в разных районах и вулканических центрах. Сравнение вулканитов проведено по химическому составу, который отражает глубину зарождения исходного расплава и тип плавящегося кристаллического субстрата. Основные по составу вулканиты известны на Большом Кавказе как в третичном, так и в четвертичном временных срезах. Принято считать, что уровень генерации основных расплавов соответствует средней-верхней

мантии, однако вулканы Большого Кавказа являются не первично мантийными образованиями, а продуктами их контаминации, в разной степени, коровым веществом и последующей дифференциации на глубинах не более 60–70 км [10]. Расплавы среднего и кислого составов образуются за счет плавления пород нижней и верхней континентальной коры при участии этих дифференциатов.

*Базальты и андезибазальты* присутствуют как в КВР, так и ЭЧВО. В КВР нами изучены третичные, вулканические потоки базальтового и андезибазальтового составов, развитые в среднем течении р. Малая Лиахва на территории Южной Осетии. Для них характерны содержания:  $\text{SiO}_2 = 49,5\text{--}54,4\%$ ;  $\text{TiO} = 1,5\text{--}1,7\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 1,9\text{--}2,4\%$  и величины отношений:  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1,6\text{--}1,8$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,02\text{--}0,05$ ;  $\text{K}/\text{Rb} = 117\text{--}101$ . В ЭЧВО известны останцы плиоценовых андезибазальтов в районе гор Сурх, Крандих и плейстоценовые андезибазальты Тызыла. Андезибазальт гор Сурх, Крандих незначительно отличается по составу ( $\text{SiO}_2 = 56,3\%$ ;  $\text{TiO}_2 = 1,0\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 1,5\%$ ) и величинам отношений ( $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 2,5$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,13$ ;  $\text{K}/\text{Rb} = 59$ ) от аналогичных пород Малой Лиахвы, в то время как андезибазальт с Тызыла ( $\text{SiO}_2 = 55,9\%$ ;  $\text{TiO}_2 = 1,4\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 2,6\%$ ; величины отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1,0$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,06$ ;  $\text{K}/\text{Rb} = 104$ ) и единичные обломки андезибазальта из свиты Руах-Дзуар ( $\text{SiO}_2 = 55,7\%$ ;  $\text{TiO}_2 = 1,1\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 2,5\%$ ; величины отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1,6$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,11$ ;  $\text{K}/\text{Rb} = 72$ ) уже практически идентичны им по составу. Таким образом, различия в составе вулканитов этой группы по данным РФА не существенны. На общем фоне немного выделяются вулканы Сурха, Крандиха, имеющие меньшие содержания  $\text{TiO}_2$ , Sr и величины  $\text{K}/\text{Rb}$  и более высокие величины отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Rb}/\text{Sr}$ . Для андезибазальтов ЭЧВО и свиты РД характерны более высокие концентрации Zr.

*Андезиты* КВР присутствуют в пределах Казбекского вулканического центра, Кельского вулканического района, в составе свиты РД Терско-Каспийского краевого прогиба. В ЭЧВО позднеплиоценовые андезиты участвуют в строении Верхнекавказской кальдеры. В Нижнекавказском районе они известны в лахаровом потоке у сел. Заюково, где присутствуют совместно с обсидианами. Андезиты слагают лавовый поток моновулкана Таштубе. Для андезитов Казбека характерны содержания  $\text{SiO}_2 = 58,6\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 1,9\%$  и величины отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 2,3$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,06$ ; для андезитов Кельского района –  $\text{SiO}_2 = 63,0\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 1,9\%$  и величины отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 2,1$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,13$ , т.е. они имеют близкие содержания  $\text{K}_2\text{O}$  и немного различаются по содержанию  $\text{SiO}_2$  и Sr. Андезиты из свиты РД характеризуются содержаниями  $\text{SiO}_2 = 62,4\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 2,5\%$  и величинами отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1,6$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,15$ , а андезиты Верхнекавказской кальдеры – содержаниями  $\text{SiO}_2 = 62,5\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 2,4\%$

и величинами отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1,7$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,06$ ; Нижнекавказского района – соответственно  $\text{SiO}_2 = 61,9\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 3,0\%$  и  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1,4$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,37$ . Андезитам Таштубинского моновулкана, расположенного севернее первых двух вулканических районов, присущи содержания  $\text{SiO}_2 = 62,8\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 2,6\%$ , величины отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1,0$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,25$  и незначительное повышение содержания  $\text{K}_2\text{O}$ , Rb и уменьшение величины отношения  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  по сравнению с андезитами вышеуказанных районов. В андезитах ЭЧВО заметно повышение концентрации Zr.

*Дациты* проанализированы в пределах ЭЧВО, КВР, в Кельском районе, в свите РД и в Эльбрусском вулканическом центре (ЭВЦ). Дациты Казбека характеризуются содержаниями  $\text{SiO}_2 = 66,2\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 1,9\%$  и величинами отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 2,3$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,13$ . Дацитам Кельского района присущи концентрации  $\text{SiO}_2 = 65,3\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 2,0\%$  и величины отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 2,1$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,13$ , дацитам свиты РД –  $\text{SiO}_2 = 65,5\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 3,1\%$  и величины отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 2,1$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,13$ , т.е. они близки по этим параметрам к дацитам Кельского района. Небольшие увеличения содержания  $\text{K}_2\text{O}$  и Rb заметны в дацитах свиты Руах-Дзуар. Дациты Сылтранской постройки (ЭВЦ) характеризуются содержаниями  $\text{SiO}_2 = 67,8\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 3,59\%$  и величинами отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1,0$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,44$ , а разновозрастные дациты ЭВЦ –  $\text{SiO}_2 = 66,5\text{--}67,17\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 3,3\text{--}3,5\%$  и величинами отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1,1$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,42$ , что уже существенно отличается от дацитов, развитых в Грузии, Южной и Северной Осетии. Наиболее заметны эти отличия в содержании  $\text{K}_2\text{O}$ , Rb, Zr и величинах отношений  $\text{Rb}/\text{Sr}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  (табл. 1).

*Риодациты и риолиты* в КВР (Южная Осетия на Кельском плато) характеризуются содержаниями  $\text{SiO}_2 = 69,1\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 1,9\%$  и величинами отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 2,5$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,16$ . Этим породам из свиты Руах-Дзуар присущи содержания  $\text{SiO}_2 = 68,9\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 2,5\%$  и величины отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1,8$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,18$ . В ЭЧВО на Верхнекавказской кальдере эти породы характеризуются содержаниями  $\text{SiO}_2 = 74\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 4,0\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 0,9$  и величинами отношений  $\text{Rb}/\text{Sr} = 1,28$ , а в Нижнекавказском районе –  $\text{SiO}_2 = 75,5\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 4,3\%$  и величинами отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 0,9$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 5,9$ , а в пределах ЭВЦ –  $\text{SiO}_2 = 68\text{--}69,3\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 3,7\text{--}3,9\%$  и величинами отношений  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 0,95$ ;  $\text{Rb}/\text{Sr} = 0,6\text{--}0,8$ . В этой группе пород, так же как и в дацитах, заметны различия в составе вулканитов Южной и Северной Осетии и Кабардино-Балкарии. Из анализа приведенных данных видно, что наиболее информативными для наших целей являются содержания  $\text{K}_2\text{O}$ , Rb и величины отношений  $\text{Rb}/\text{Sr}$  и  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ .

При сравнении дацитов, риодацитов и андезитов Казбека и Кельского района с аналогичными породами в свите РД, расположенной

Таблица 1

Геохимические особенности новейших вулканитов Большого Кавказа

|                                     |        |        |       |        |        |       |       |        |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Объект                              | 1      | 2      | 3     | 4      | 5      | 6     | 7     | 8      | 9     | 10    | 11     | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    |
| К-во проб                           | 7      | 3      | 15    | 14     | 15     | 14    | 12    | 1      | 11    | 10    | 7      | 5     | 8     | 9     | 9     | 1     | 7     | 2     | 10    | 32    | 46    | 108   | 115   | 121   |
| SiO <sub>2</sub>                    | 49.51  | 54.44  | 63.00 | 65.29  | 69.15  | 58.64 | 66.27 | 55.71  | 61.84 | 65.57 | 68.98  | 56.37 | 55.96 | 62.79 | 75.51 | 61.95 | 74.03 | 62.19 | 67.88 | 69.33 | 68.04 | 66.94 | 67.17 | 66.55 |
| TiO <sub>2</sub>                    | 1.79   | 1.55   | 0.77  | 0.72   | 0.59   | 0.96  | 0.6   | 1.15   | 0.73  | 0.58  | 0.42   | 1.05  | 1.43  | 0.98  | 0.08  | 0.77  | 0.26  | 0.83  | 0.69  | 0.6   | 0.64  | 0.73  | 0.68  | 0.7   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>      | 16.92  | 16.96  | 16.59 | 16.49  | 15.63  | 16.9  | 16.53 | 18.16  | 16.62 | 16.22 | 16.00  | 16.52 | 16.49 | 15.86 | 12.66 | 16.75 | 13.02 | 15.93 | 15.05 | 14.68 | 14.75 | 14.87 | 14.89 | 14.83 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO | 10.00  | 7.90   | 4.93  | 4.59   | 3.50   | 5.94  | 3.56  | 7.4    | 5.07  | 4.02  | 3.00   | 8.08  | 7.84  | 5.32  | 0.99  | 4.98  | 1.68  | 5.14  | 3.74  | 2.95  | 3.19  | 4.57  | 4.03  | 3.74  |
| MnO                                 | 0.17   | 0.14   | 0.13  | 0.11   | 0.07   | 0.11  | 0.07  | 0.11   | 0.08  | 0.07  | 0.05   | 0.11  | 0.14  | 0.1   | 0.04  | 0.06  | 0.03  | 0.08  | 0.06  | 0.07  | 0.07  | 0.07  | 0.07  | 0.12  |
| MgO                                 | 6.53   | 3.87   | 2.54  | 1.96   | 1.38   | 4.71  | 2.1   | 4.06   | 2.51  | 1.7   | 0.96   | 4.30  | 5.17  | 2.45  | 0.33  | 1.57  | 0.54  | 1.9   | 1.23  | 1.52  | 1.47  | 1.69  | 1.67  | 1.74  |
| CaO                                 | 10.11  | 8.16   | 4.79  | 4.51   | 3.77   | 6.20  | 4.13  | 6.25   | 5.25  | 4.06  | 3.32   | 6.56  | 6.53  | 3.61  | 3.8   | 3.94  | 3.6   | 4.4   | 2.96  | 2.23  | 2.61  | 3.19  | 3.26  | 3.35  |
| Na <sub>2</sub> O                   | 3.07   | 4.68   | 4.01  | 4.29   | 4.77   | 4.40  | 4.53  | 4.21   | 4.22  | 3.75  | 4.64   | 3.98  | 2.79  | 3.86  | 3.8   | 4.26  | 3.6   | 4.21  | 3.68  | 3.72  | 3.59  | 3.86  | 3.99  | 4.02  |
| K <sub>2</sub> O                    | 1.91   | 2.49   | 1.98  | 2.00   | 1.90   | 1.91  | 1.92  | 2.55   | 2.54  | 3.14  | 2.51   | 1.56  | 2.62  | 3.40  | 4.3   | 3.02  | 4     | 2.45  | 3.59  | 3.98  | 3.76  | 3.39  | 3.49  | 3.35  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>       | 0.72   | 0.53   | 0.17  | 0.16   | 0.14   | 0.31  | 0.21  | 0.48   | 0.36  | 0.29  | 0.17   | 0.24  | 0.54  | 0.36  | 0.02  | 0.23  | 0.41  | 0.45  | 0.22  | 0.14  | 0.22  | 0.23  | 0.53  | 0.22  |
| S                                   | 0.02   | 0.01   | 0.06  | 0.02   | 0.02   | 0.02  | 0.02  | 0.01   | 0.01  | 0.01  | 0.02   | 0.02  | 0.02  | 0.05  | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.05  | 0.02  | 0.06  | 0.04  | 0.03  | 0.02  |
| Сумма                               | 100.75 | 100.73 | 99.58 | 100.76 | 100.92 | 99.51 | 99.95 | 100.09 | 99.23 | 99.41 | 100.08 | 98.79 | 99.53 | 98.78 | 98.55 | 97.55 | 99.14 | 98.36 | 99.15 | 99.24 | 98.4  | 99.58 | 99.81 | 98.64 |
| Cr                                  | 163    | 146    | 108   | 85     | 54     | 110   | 41    | 195    | 95    | 49    | 35     | 148   | 181   | 72    | 30    | 82    | 32    | 67    | 42    | 21    | 30    | 38    | 39    | 38    |
| Co                                  | 23     | 22     | 9     | 10     | 9      | 19    | 9     | 26     | 13    | 10    | 7      | 25    | 29    | 11    | 5     | 13    | 3     | 26    | 8     | 5     | 6     | 20    | 19    | 9     |
| Cu                                  | 45     | 60     | 21    | 31     | 26     | 22    | 11    | -      | 15    | 10    | 16     | 27    | 11    | 26    | 5     | 5     | 5     | 17    | 29    | 9     | 17    | 9     | 9     | 14    |
| Ni                                  | 125    | 39     | 23    | 24     | 17     | 59    | 24    | 74     | 25    | 20    | 16     | 65    | 145   | 97    | 5     | 5     | 55    | 18    | 13    | 14    | 17    | 13    | 15    | 20    |
| Zn                                  | 82     | 81     | 59    | 60     | 54     | 67    | 52    | 25     | 47    | 40    | 45     | 67    | 70    | 92    | 29    | 14    | 33    | 17    | 75    | 54    | 55    | 64    | 63    | 62    |
| Pb                                  | 16     | 14     | 24    | 18     | 17     | 14    | 16    | 16     | 25    | 23    | 23     | -     | 11    | 44    | 40    | 26    | 31    | 19    | 11    | 21    | 22    | 18    | 21    | 25    |
| Rb                                  | 34     | 53     | 64    | 65     | 68     | 51    | 61    | 76     | 78    | 93    | 84     | 56    | 54    | 116   | 260   | 99    | 172   | 75    | 138   | 196   | 180   | 140   | 146   | 142   |
| Sr                                  | 1433   | 900    | 482   | 469    | 410    | 812   | 460   | 637    | 677   | 462   | 452    | 420   | 887   | 453   | 44    | 217   | 134   | 201   | 307   | 243   | 274   | 339   | 344   | 335   |
| Zr                                  | 82     | 81     | 170   | 173    | 181    | 153   | 164   | 212    | 177   | 151   | 152    | 141   | 299   | 418   | 85    | 217   | 143   | 227   | 284   | 189   | 191   | 257   | 233   | 252   |
| Y                                   | 20     | 19     | 15    | 13     | 13     | 18    | 12    | -      | -     | 21    | -      | -     | 16    | 25    | -     | 27    | -     | 24    | 21    | 26    | 22    | 21    | 23    | 23    |
| Rb/Sr                               | 0.02   | 0.05   | 0.13  | 0.13   | 0.16   | 0.06  | 0.13  | 0.11   | 0.11  | 0.20  | 0.18   | 0.13  | 0.06  | 0.25  | 5.9   | 0.45  | 1.28  | 0.37  | 0.44  | 0.8   | 0.65  | 0.41  | 0.42  | 0.42  |
| K/Rb                                | 117    | 101    | 65    | 65     | 59     | 78    | 67    | 72     | 70    | 70    | 64     | 59    | 104   | 62    | 35    | 64    | 48    | 69    | 55    | 42    | 43    | 51    | 50    | 50    |
| Na <sub>2</sub> O/K <sub>2</sub> O  | 1.6    | 1.8    | 2.0   | 2.1    | 2.5    | 2.3   | 2.3   | 1.65   | 1.66  | 1.19  | 1.84   | 2.5   | 1.0   | 1.1   | 0.8   | 1.4   | 0.9   | 1.7   | 1.0   | 0.9   | 0.9   | 1.1   | 1.1   | 1.2   |

Примечание:

(1-2) – Вулканиты Казбекского вулканического района и свиты Руах-Дауар: третичные вулканиты Малой Лиухеви; 1 – базальт; 2 – андезибазальт (3-5) – Кельское нагорье; 3 – андезиты; 4 – дациты; 5 – риодациты.

(6-7) – Казбек; 6 – андезиты; 7 – дациты.

(8-11) – Вулканиты свиты Руах-Дауар: 8 – андезибазальт, 9 – андезиты, 10 – дациты, 11 – риодациты

(12-14) – Эльбрус-Чегемская вулканическая область: 12 – андезибазальты гор Сурх и Крандх, 13 – андезибазальты Тызыла, 14 – андезиты Таштубе

(15,16) – Нижнечегемский район: 15 – риолиты, 16 – андезит из лахарового потока с. Заюково

(17,18) – Верхнечегемская кальдера, 17 – риолиты, 18 – андезиты

(19) – дациты Кыртык-Сыльтранской вулканической постройки

(20-24) – Эльбрусский вулканический центр: 20 – риодациты (плиоцен – нижний эоплейстоцен), 21 – риодациты (верхний эоплейстоцен), 22 – дациты (нижний-средний неоплейстоцен), 23 – дациты (верхний неоплейстоцен), 24 – дациты (эолюцен)

значительно севернее первых двух районов, и в Верхне- и Нижнечегемском районах выявлен слабо выраженный тренд нарастания содержания  $K_2O$ , Rb с юга на север в сторону Скифской платформы. Однако это увеличение не столь существенно и практически не влияет на идентификацию вулканитов разных районов по предлагаемым геохимическим критериям.

### ПЕПЛЫ ВУЛКАНОВ БОЛЬШОГО КAVKAZA В ПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Как было отмечено выше, горизонты пеплов, которые можно использовать в качестве маркирующих возрастных уровней, участвуют в строении вулканических построек и присутствуют как на непосредственно прилегающих к ним территориях, так и на значительном (сотни километров) удалении от них. По составу они варьируют от базальтов, андезибазальтов до андезитов, дацитов и риодацитов (табл. 1, 3). В КВР нами изучены пеплы андезитового состава ( $SiO_2 = 62,5\%$ ;  $K_2O = 2,1\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 1,4$ ;  $Rb/Sr = 0,14$ ;  $Rb = 74$ ), вскрытые в карьере на правом борту р. Малая Лиакхва. Видимая мощность пеплового горизонта, в котором присутствуют кости крупных млекопитающих, – более 10 м. Изучены пемзы дацитового состава ( $SiO_2 = 67,8\%$ ;  $K_2O = 2,3\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 1,5$ ;  $Rb/Sr = 0,17$ ;  $Rb = 66$ ) из озерных отложений на Кельском плато. В пределах Терско-Каспийского краевого прогиба опробован горизонт кристаллокластического туфа дацитового состава ( $SiO_2 = 65,0\%$ ;  $K_2O = 2,5\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 1,8$ ;  $Rb/Sr = 0,14$ ;  $Rb = 77$ ) свиты Руах-Дзуар. Эти туфы имеют близкие содержания  $K_2O = 2,1–2,5\%$ ;  $Rb = 66–77$  г/т и практически не отличаются по этим критериям от имеющихся в этих районах эффузивов. Здесь также сохраняется тренд увеличения  $K_2O$  и Rb в направлении с юга на север.

В ЭЧВО изучены пеплы андезибазальтового состава ( $SiO_2 = 54,7\%$ ;  $K_2O = 1,2\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 1,8$ ;  $Rb/Sr = 0,14$ ;  $Rb = 63$ ), залегающие на вулканическом останце горы Крандух, и пеплопроявления в пределах ЭВЦ, которые мы рассмотрим более подробно.

Вулканическая постройка «Эльбрус» – сложное геологическое сооружение, сформированное деятельностью нескольких разновозрастных вулканов. Здесь практически всеми исследователями выделяется несколько разновозрастных уровней, образованных лавовыми потоками близкого возраста и разделенных между собой горизонтами моренных отложений или иными структурными несогласиями (размыты, денудационные поверхности, угловые несогласия и тектонические смещения). Возраст этих уровней существенно различается при датировании различными геохронологическими методами (ЭПР-датирование по кварцу,  $C^{14}$ ; K-Ar; Ar-Ar, U-Pb SRIMP- цирконометрия). В районе Эльбруса из-

вестны горизонты пемз и пеплов, находящихся в разрезах вулканической постройки, и их разрозненные линзовидные тела, залегающие на поверхности лавовых потоков и на разновозрастных речных террасах вблизи ЭВЦ. В разрезах вулканической постройки присутствует горизонт пепла риодацитового состава ( $SiO_2 = 68,5\%$ ;  $K_2O = 4,0\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 1,0$ ;  $Rb/Sr = 0,7$ ;  $Rb = 192$ ) в вулканической толще верхнего зоплейстоцена. Обнажается он в истоках рек Бийтик-тебе и Уллу-Хурзук. Кроме того, известен горизонт пепла андезитового состава в толще нижнесредне-неоплейстоценового возраста ( $SiO_2 = 63,3\%$ ;  $K_2O = 3,1\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 0,8$ ;  $Rb/Sr = 0,6$ ;  $Rb = 218$ ), обнажающийся в истоках реки Уллукам. Горизонт пемзовидных туфолов верхне-неоплейстоценового возраста залегают в основании восточной вершины Эльбруса ( $SiO_2 = 66,8\%$ ;  $K_2O = 3,75\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 1,1$ ;  $Rb/Sr = 0,4$ ;  $Rb = 149$ ). Реликты пепловых толщ вблизи вулканической постройки известны в истоках р. Кызылкол ( $SiO_2 = 65,4\%$ ;  $K_2O = 3,66\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 1,0$ ;  $Rb/Sr = 0,3$ ;  $Rb = 153$ , на высокой террасе ( $Q_2?$ ) реки Шаукол ( $SiO_2 = 2,6\%$ ;  $K_2O = 3,74\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 1,0$ ;  $Rb/Sr = 0,4$ ;  $Rb = 114$ ), в долине р. Худес ( $SiO_2 = 59,9\%$ ;  $K_2O = 3,5\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 0,9$ ;  $Rb/Sr = 0,3$ ;  $Rb = 124$ ) и в долине р. Баксан ниже р. Перикол-су ( $SiO_2 = 64,4\%$ ;  $K_2O = 3,9\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 0,6$ ;  $Rb/Sr = 0,8$ ;  $Rb = 193$ ). За исключением туфопесчаников г. Крандух, пеплы ЭЧВО заметно отличаются от пеплов, встречающихся на территории Южной и Северной Осетии, по содержанию  $K_2O = 3,6–4,0\%$ ;  $Rb = 153–218$  г/т.

Для сравнения с описанными пеплами КВР и ЭЧВО нами были изучены пеплы из разных районов Южного федерального округа (табл. 2). Пепел из разреза третьей террасы на правом берегу р. Кубань у станции Темиржбекской в 285 км от Эльбруса ( $SiO_2 = 63,8\%$ ;  $K_2O = 3,1\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 1,0$ ;  $Rb/Sr = 0,4$ ;  $Rb = 148$ ) близок по составу к пеплу из долин рек Шаукол, Худес, Подкумок и пеплу нижне-средне-неоплейстоценового возраста из разреза вулканической постройки Эльбруса. Пепел из района Отказненского водохранилища ( $SiO_2 = 52,6\%$ ;  $K_2O = 1,2\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 3,2$ ;  $Rb/Sr = 0,8$ ;  $Rb = 73$ ) идентичен пеплам из разреза вулканитов горы Крандух, расположенной южнее водохранилища на 55–60 км. По данным В.И. Мелекесцева [9], этот пепел незначительно кислее ( $SiO_2 = 60,6\%$ ;  $K_2O = 1,4\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 3,2$ ) и предположительно связан с вулканом Казбек, однако пока в КВР пепел с такими параметрами геохимических критериев не обнаружен. Пепел из верхнехазарских отложений Нижней Волги ( $SiO_2 = 68,0\%$ ;  $K_2O = 4,1\%$ ;  $Na_2O/K_2O = 0,7$ ;  $Rb/Sr = 0,8$ ;  $Rb = 135$ ) близок пеплам из верхнезоплейстоценовой части разреза вулканической постройки Эльбруса, с которыми его сопоставляют [4,9], но он незначительно отличается от них по  $Na_2O/K_2O$  и Rb. Пеплы в Дагестане опробованы в долине р. Халагори

Таблица 2 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геохимические особенности пемз, пеплов и туфов в составе вулканических построек

| Объекты                             | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| К-во проб                           | 3     | 2     | 1     | 1     | 4     | 1     | 1     | 2     | 3     | 1     | 1     |
| SiO <sub>2</sub>                    | 67.85 | 62.40 | 65.08 | 54.75 | 68.48 | 63.3  | 62.6  | 65.39 | 66.8  | 64.4  | 59.9  |
| TiO <sub>2</sub>                    | 0.43  | 0.84  | 0.57  | 1.18  | 0.57  | 0.7   | 0.8   | 0.75  | 0.67  | 0.65  | 1.05  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>      | 14.13 | 17.53 | 17.87 | 15.22 | 14.61 | 15.75 | 15.6  | 15.72 | 14.96 | 16.85 | 15.8  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO | 3.10  | 5.59  | 4.24  | 8.94  | 2.37  | 2.49  | 2.86  | 3.22  | 3.59  | 2.65  | 4.89  |
| MnO                                 | 0.06  | 0.12  | 0.07  | 0.122 | 0.04  | 0.06  | 0.06  | 0.07  | 0.05  | 0.04  | 0.057 |
| MgO                                 | 0.66  | 2.12  | 1.36  | 3.72  | 1.18  | 1.08  | 1.45  | 1.27  | 1.24  | 0.7   | 1.88  |
| CaO                                 | 3.64  | 5.98  | 3.92  | 6.23  | 2.51  | 2.55  | 3.09  | 2.58  | 3.49  | 1.63  | 3.55  |
| Na <sub>2</sub> O                   | 3.49  | 2.98  | 4.61  | 2.24  | 4.02  | 2.6   | 3.85  | 3.76  | 4.12  | 2.28  | 3.21  |
| K <sub>2</sub> O                    | 2.3   | 2.1   | 2.54  | 1.25  | 4.04  | 3.13  | 3.74  | 3.66  | 3.75  | 3.93  | 3.56  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>       | 0.12  | 0.24  | 0.26  | 0.12  | 0.16  | 0.23  | 0.27  | 0.24  | 0.22  | 0.05  | 0.45  |
| S                                   | 0.02  | 0.02  | 0.01  | 0.04  | 0.01  | 0.1   | 0.1   | 0.11  | 0.01  | 0.1   | 0.1   |
| ппп                                 | 3.81  | -     | -     | -     | 0.11  | 3.64  | 1     | 0.75  | 0.20  | 1.02  | 0.61  |
| Сумма                               | 99.61 | 99.92 | 100.3 | 93.81 | 98.1  | 95.63 | 95.42 | 97.52 | 99.1  | 94.3  | 95.05 |
| Cr                                  | 29    | 77    | 37    | 170   | 27    | 18.7  | 32    | 27    | 24    | 827   | 49    |
| Co                                  | 5     | 12    | 12    | 29    | 6     | 6.3   | 7.8   | 7     | 7     | 10.2  | 8.9   |
| Cu                                  | 10    | 15    | 26    | 21    | 15    | -     | 34    | -     | 9     | 20    | 16    |
| Ni                                  | 5     | 28    | 21    | 75    | 16    | -     | -     | -     | 32    | -     | -     |
| Zn                                  | 43    | 71    | 70    | 76    | 49    | 49    | 65    | 61    | 67    | 160   | 81    |
| Pb                                  | 17    | 20    | 30    | 15    | 15    | -     | 84    | -     | 18    | 65    | 30    |
| Rb                                  | 66    | 74    | 77    | 63    | 192   | 218   | 141   | 153   | 149   | 193   | 124   |
| Sr                                  | 375   | 503   | 548   | 402   | 270   | 332   | 311   | 517   | 332   | 233   | 426   |
| Zr                                  | 187   | 71.5  | 176   | 138   | 187   | -     | 222   | -     | 196   | 214   | 331   |
| Y                                   | 15    | 14.5  | -     | 23    | 23    | -     | 3     | -     | 10    | 21    | 23    |
| Rb/Sr                               | 0.17  | 0.14  | 0.14  | 0.15  | 0.71  | 0.65  | 0.45  | 0.29  | 0.44  | 0.82  | 0.29  |
| K/Rb                                | 72    | 59    | 70    | 42    | 31    | 30    | 55    | 50    | 53    | 42    | 60    |
| Na <sub>2</sub> O/K <sub>2</sub> O  | 1.5   | 1.4   | 1.8   | 1.8   | 1     | 0.8   | 1     | 1     | 1.1   | 0.6   | 0.9   |

Примечание:

- 1 – Южная Осетия, пемзы с Кельского вулканического плато, подножье вулкана Кели
- 2 – Южная Осетия, пепел из карьера в правом борту р. Малая Лиаква
- 3 – Северная Осетия, горизонт кристаллопластического туфа, свита Руах-Дзуар
- 4 – Кабардино-Балкария, горизонт пепла на вершине вулканического останца г. Крандух
- 5–9 – вулкан Эльбрус: 5 – пеплы маркирующего горизонта второй толщи; 6 – горизонт туфов третьей толщи в верховьях р. Уллукам; 7 – реликты пепловой толщи на высокой террасе реки Шаукол (Q<sub>2</sub>?); 8 – реликты пепловой толщи на реке Кызылкол; 9 – горизонт туфолов и пеплов в основании восточной вершины Эльбруса
- 10 – долина р. Баксан, карьер в правом борту р. Перикол-су
- 11 – реликты пепловой толщи р. Худес

у шоссе на дороге Буйнакск – Леваша и на северо-западной окраине города Буйнакск в долине р. Эрпели-Азень. Пепел из долины Эрпели-Азень, сложенный вулканическим стеклом с ксенокристаллами плагиоклаза (олигоклаз-андезин), биотита и реже ромбического пироксена, по своему химическому составу (SiO<sub>2</sub> = 63,4 %; K<sub>2</sub>O = 2,9 %; Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O = 1,0; Rb/Sr = 0,4; Rb = 145) идентичен пеплам с третьей террасы р. Кубань у станицы Темиржбекской. Пепел из долины р. Халагори, состоящий из вулканического стекла с ксенокристаллами основного плагиоклаза, ромбического пироксена и роговой обманки, по составу и геохимическим критериям (SiO<sub>2</sub> = 51,9 %; K<sub>2</sub>O = 0,85 %; Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O = 2,7; Rb/Sr = 0,2; Rb = 62) похож на пепел из района Отказненского водохранилища и сопоставим с пеплом г. Крандух.

68 г/т), в СРД – K<sub>2</sub>O < 3,14 %, Rb < 93 г/т (от 76 до 93 г/т) в ЭЧВО K<sub>2</sub>O > 3,49 %, Rb > 110 г/т (от 110 до 260 г/т). В то же время для пород основного состава из разных районов подобные устойчивые отличия (на уровне данных анализов, полученных методом РФА) не установлены. Очевидно, что для более кислых расплавов они обусловлены особенностями состава земной коры (наличие гранитоидов в метаморфическом фундаменте, поскольку основным минералом-носителем Rb является микроклин), где формировались глубинные магматические очаги и приповерхностные камеры. Вулканы КВР приурочены к структурно-формационной зоне (СФЗ) Южного склона Большого Кавказа, субстрат которой сложен мезозойскими осадками Тетиса, вулканы СРД находятся в Терско-Каспийском краевом прогибе,

В плиоцен-четвертичное время на Большом Кавказе происходили мощные вулканические извержения, в том числе и эксплозивные. Основные вулканические центры расположены на территории Кабардино-Балкарии (ЭЧВО) и юго-восточнее на территории Грузии, Южной Осетии (КВР) и Северной Осетии – свита Руах-Дзуар (СРД). Преобладающими породами в КВР и СРД являются нормально и низкощелочные андезиты, дациты и плагиориодациты. Вулканы ЭЧВО представлены преимущественно нормально и умеренно щелочными риолитами, трахириолитами, кварцевыми лагитами, дацитами и риодацитами. Сравнение пород среднего и кислого составов из ЭЧВО, КВР и СРД по содержанию в них K<sub>2</sub>O и Rb позволило выявить устойчивые отличия. Так, в породах КВР K<sub>2</sub>O < 2,5 %, Rb < 68 г/т (от 34 до

а вулканисты ЭЧВО расположены на южной границе Скифской плиты, в строении фундамента которой существенную роль играют гранитно-метаморфические образования палеозоя.

Используя «К-Рб-критерий и величины Rb/Sr; Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O-отношений», сравнивались горизонты пеплов, обнажающиеся в КВР, ЭЧВО и СРД. Пеплы, распространенные в пределах ЭЧВО, имеют андезидацитовый, дацитовый и риодацитовый составы. Содержание K<sub>2</sub>O в них варьирует от 3,59 до 3,91 %, Rb – от 153 до 200 г/т. Пеплы и пемзы КВР и РД имеют андезитовый и дацитовый составы с характерными величинами K<sub>2</sub>O = 2,1–2,5 %; Rb = 66–77 г/т и несут все отличительные признаки, характерные для вулканистов рассматриваемых районов.

Сравнение пеплов, залегающих в разрезах вулканических построек, с пеплами, расположенными как на небольшом, так и на значительном (сотни км) удалении от них в пределах Южного федерального округа, показало:

1. Большинство линз и горизонтов пеплов дальнего разнаса вполне сопоставимы со своими аналогами, залегающими в разрезах вулканов.

2. Существуют линзы пепла, появление которых, по-видимому, следует объяснять существованием пока неизвестных вулканов или захороненных под более молодыми осадками мест трещинных эксплозивных извержений.

3. В некоторых случаях результаты возрастных датировок пеплов, близких по составу, но взятых в разных районах, существенно различаются. Для объяснения таких кажущихся парадоксов следует более детально изучить сами пеплы и провести их датирование другими, более надежными методами.

4. Пепел андезибазальтового состава из разреза горы Крандих близок по составу к пеплам из района Отказненского водохранилища и к пеплам из долины р. Халагори (Дагестан). Пепел андезитового состава известен в разрезе вулканической постройки ЭВЦ в истоках р. Уллукам. Его анало-

Таблица 3

## Геохимические особенности пеплов Южного Федерального Округа

| Объект                              | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| К-во проб                           | 2     | 2     | 1     | 1     | 2     | 1     | 9     |
| SiO <sub>2</sub>                    | 51.92 | 63.46 | 68.08 | 52.6  | 63.8  | 60.45 | 60.27 |
| TiO <sub>2</sub>                    | 0.45  | 0.73  | 0.38  | 0.68  | 0.64  | 0.5   | 0.53  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>      | 22.77 | 13.3  | 13.26 | 16.8  | 14.83 | 18.49 | 18.88 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO | 2.91  | 4.24  | 2.34  | 4.44  | 3     | 3.8   | 3.99  |
| MnO                                 | 0.08  | 0.07  | 0.06  | 0.05  | 0.05  | 0.07  | 0.31  |
| MgO                                 | 2.59  | 1.56  | 1.08  | 2.56  | 0.06  | 2.36  | 0.6   |
| CaO                                 | 1.52  | 4.48  | 1.49  | 4.5   | 2.7   | 6.17  | 2.86  |
| Na <sub>2</sub> O                   | 2.33  | 3.02  | 2.85  | 3.79  | 3.13  | 3.76  | 4.68  |
| K <sub>2</sub> O                    | 0.85  | 2.87  | 4.12  | 1.19  | 3.12  | 2.45  | 6.47  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>       | 0.85  | 2.87  | 4.12  | 1.19  | 3.12  | 2.45  | 6.47  |
| S                                   | 0.11  | 0.19  | 0.11  | 0.16  | 0.22  | 0.3   | 0.1   |
| ппп                                 | 13.69 | 5.58  | 6.05  | 6.98  | 3.59  | 1.95  |       |
| Сумма                               | 99.22 | 99.5  | 99.82 | 93.75 | 95.14 | 100.3 | 98.69 |
| Cr                                  | 16    | 34    | 5     | 40    | 15    |       |       |
| Co                                  | 5     | 8     | 66    | 9     | 6     |       |       |
| Cu                                  | 10    | 10    | 18    | 16    | 11    |       |       |
| Ni                                  | 5     | 5     | -     | -     | 21    |       |       |
| Zn                                  | 60    | 49    | 66    | -     | 56    |       |       |
| Pb                                  | 67    | 25    | 31    | 15    | 21    |       |       |
| Rb                                  | 62    | 145   | 135   | 73    | 148   |       |       |
| Sr                                  | 284   | 328   | 163   | 431   | 358   |       |       |
| Zr                                  | 232   | 221   | 118   | 132   | 140   |       |       |
| Y                                   | 23    | 18    | 12    | 12    | 14    |       |       |
| Rb/Sr                               | 0.21  | 0.44  | 0.82  | 0.16  | 0.41  |       |       |
| K/Rb                                | 30    | 41    | 65    | 35    | 45    |       |       |
| Na <sub>2</sub> O/K <sub>2</sub> O  | 2.7   | 1     | 0.7   | 3.2   | 1.0   | 1.5   | 0.7   |

Примечание:

1 – пепел из долины р. Халагори (Дагестан)

2 – пепел из долины Эрпели-Азень

3 – пепел из верхнехазарских отложений Нижней Волги [4]

4 – пепел из района Отказненского водохранилища

5 – пепел из района станции Темжбекской

6 – пепел из долины Подкумка [1]

7 – пеплы эксплозивных извержений позднего плейстоцена на территории Восточной и Южной Европы [9]

гами, по мере удаления от вулкана, можно считать пеплы из долин рек Шаукол (СФЗ Передового хребта, Кабардино-Балкария), Худес (СФЗ Передового хребта, Карачаево-Черкесия), Подкумок и Кубань (Лабино-Малкинская зона, Ставропольский край) и Эрпели-Озень (Дагестан).

5. Базальты и андезибазальты гор Сурх и Крандих незначительно отличаются по составу от остальных основных пород рассмотренного региона. В.С. Попов [10] считает, что это обусловлено их приуроченностью к зоне глубинного Пшекиш-Тырныаузского разлома. Если пеплы Отказненского водохранилища, находящиеся на расстоянии 55–60 от горы Крандих, вполне могут быть родом из этого района, то появление пеплов в долине Халагори из-за их удаленности трудно объяснить эксплозивными извержениями вулкана в районе г. Крандих или Казбека. По расчетам В.И. Муравьева [7], пеплы основного состава обычно удалены от вулкана на расстояние не более первых сотен километров. Поэтому

нам представляется более логичным допустить наличие неизвестных вулканов (возможно, трещинного типа), которые в настоящее время находятся в погребенном состоянии в пределах Терско-Каспийского краевого прогиба. В пользу такого предположения косвенно свидетельствует выявленный тренд повышения содержания  $K_2O$ , Rb в вулканитах в направлении от КВР к СРД (с юга на север) и появление в составе СРД горизонтов кристаллокластических туфов.

6. Пепел риодацитового состава в разрезе ЭВЦ сохранился в толще, возраст которой, по геоморфологическим построениям Н.И. Короновского, оценивается как Q3. Близкие значения получены и по данным ЭПР-датирования пород по пороодообразующему кварцу. Существенно более древние возраста для пород этой толщи получены при K-Ar-датировании подстилающих их игнимбритов – 810 тыс. лет. [5] и Ar-Ar-датировании экструзии, прорывающей данную толщу, – 620 тыс. лет. K-Ar возраст вулканитов, залегающих на морене, перекрывающей горизонт пеплов, равен 245 тыс. лет. Считается [4, 8], что аналог данного горизонта известен в верхнехазарских отложениях Нижнего Поволжья. Однозначных датировок верхнехазарских отложений Нижнего Поволжья нет, так как полученные разными методами возрастными датировки существенно различаются между собой [91–122 тыс. лет (Th-U); 84–139; 22–45 тыс. лет

( $C^{14}$ )]. Для верхнехазарских отложений у селения Владимировка, где описаны пеплы, получена цифра 122+ 13 тыс. лет назад ( $^{230}Th/^{234}U$ ). Все приведенные датировки свидетельствуют о верхнеплейстоценовом возрасте этих отложений. Очевидно, что либо в районе Эльбруса должны существовать еще не известные пеплы более молодого возраста с петрохимическими характеристиками, близкими пеплам из второй толщи, либо имеются методические проблемы возрастного датирования новейших вулканитов K-Ar-методом. Однако рассмотрение этих вопросов выходит за рамки обозначенного исследования, но мы считаем, что следует провести более детальные геохимические исследования пеплов методами INAA и электронной микроскопии для изучения: составов стекол; составов и зональности минералов, встречающихся в этих стеклах. Без проведения дополнительных исследований по данной проблематике остается много места для субъективных построений, не отвечающих геологическим реалиям.

7. Изучение плиоцен-четвертичных пеплов Южного Федерального округа – вполне назревшая геологическая задача, которая ждет своих исследователей уже много десятилетий.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 4, Направление 2, проект 2.1; Направление 3, Проект 3.5; и гранта РФФИ № 09-05-90360.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Боганик Н.С. К познанию четвертичных образований Восточного Предкавказья. // Труды МГРИ. 1948. Т. XXIII. С. 107–125.
2. Дотдугев С.И., Лебедева Н.А. О вулканогенно-обломочных отложениях района города Георгиевска и возрасте липаритовых туфов и игнимбритов Центрального Кавказа // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 1981. № 51. С. 154–159.
3. Карлов Н.Н. К истории изучения вулканических пеплов европейской части СССР. // Бюллетень М. О-ва исп. природы. отд. геологии. т XXXII(2). 1957. С. 25–47.
4. Лаврушин В.Ю., Лаврушин Ю.А., Антипов М.П. Первая находка вулканического пепла в четвертичных отложениях нижнего Поволжья. // Литология и полезные ископаемые. 1998. № 2. С. 207–218.
5. Лебедев В.А., Сахно В.Г., Якушев А.И. Общая продолжительность и пространственная миграция четвертичного вулканизма в Приэльбрусье (Большой Кавказ) // ДАН. 2010, том 430. № 2. С. 232–238.
6. Мацапулин В.У., Юсупов А.Р. Вулканические пеплы в Дагестане – экологические предвестники в области геодинамики, геоморфологии и поиска полезных ископаемых. // Юг России, экология, развитие. Махачкала. № 2. 2007. С. 98–104.
7. Муравьев В.И., Цеховская Ю.Г., Ахлестина Е.Ф., Бабушкин Д.А., Каледа К.Г. Вулканические пеплы базальтового состава из плиоценовых отложений Южного Поволжья // Литология и полезные ископаемые. 1997. № 3. С. 327–330.
8. Мелекесцев И.В., Егорова И.А., Лупкина Е.Г. Катастрофическое извержение в районе Флегрейских полей (Италия) – возможный источник вулканического пепла в позднелистоценовых отложениях Европейской части СССР. // Вулканология и сейсмология. 1984. № 3. С. 3–11.
9. Мелекесцев И.В., Гурбанов А.Г., Кирьянов В.Ю., Черных В.И., Сулержицкий Л.Д., Зарецкая Н.Е. Вулканические пеплы эксплозивных извержений позднего плейстоцена на территории Восточной и Южной Европы // Катастрофические процессы и их влияние на природную среду. – М.: Изд. «Региональная общественная организация ученых по проблемам прикладной геофизики». 2002. С. 65–86.
10. Попов В.С., Семин Ю.С., Николаенко Ю.С. Геохимия новейших вулканитов Кавказа и их происхождение. // Геохимия континентального вулканизма. – М.: Наука, 1987. С. 143–225.
11. Православцев П.А., Аншелес О.М. Вулканический пепел из лессовидных суглинков правого побережья р. Кубани около станции Темиржбекской. // Тр. Ленинградского о-ва естествоиспытателей. 1930. Т.54. вып. 1. С. 72–78.
12. Природные процессы на территории Кабардино-Балкарии (гл. редактор Н.П. Лавров). – М.: ИГЕМ РАН, 2004. 438 с.
13. Ремизов И.Н., Ковалев Н.В., Борисенко А.Ю. Четвертичные вулканические пеплы левобережной Украины. // Вулканизм и формирование месторождений в Альпийской зоне (Карпаты. Крым. Кавказ). – Новосибирск: Наука, 1973. С. 11–14.
14. Ростовцев Ю.В., Парфенова О.В. Средневерхнемиоценовые вулканические пеплы Керченско-Таманского полуострова // Литология и полезные ископаемые. 2006. № 5. С. 494–504.
15. Саянов В.С., Рошка В.Х. Перес Ф.С. Опыт сопоставления миоценовых разрезов северной части Молдавской ССР по прослоям вулканогенных пород. // Изв. АН Молдавской ССР. № 4. 1962. С. 18–29.
16. Схиртладзе Н.И. О применении вулканических пеплов для датировки вулканических образований // Вопросы геологии Грузии / К XXII сессии МГК. – Тбилиси: Мецниереба. 1964. С. 207–214.