

## К ГЕОХИМИИ ЩЕЛОЧНО-ЛАМПРОФИРОВЫХ ТУФОВ ТРУБОК ВЗРЫВА МЕЗОЗОЯ ВЕДИЙСКОЙ ЗОНЫ (АРМЕНИЯ)

© 2007 г. Л. Г. Саакян, М. А. Сатнан, Ж. О. Степанян

Институт геологических наук НАН РА  
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения  
e-mail: lilitah\_sci@yahoo.com, msat.sci@mail.ru  
Поступила в редакцию 28.04.2007 г.

Рассмотрены концентрации редкоземельных элементов, Ba, Sr, Zr и некоторых других некогерентных элементов, геохимический спектр туфов щелочно-лампрофировых диатрем мезозоя басс. р. Веди (Ведийской офиолитовой зоны). Затронуты вопросы их генезиса и структурной позиции в мезозойском рифте.

В строении так называемой хосровской вулканогенной толщи басс. р. Веди выделены карбонатно-вулканогенная формация (поздний кельдзей-берриас), кремнисто-вулканогенная формация (валанжин-баррей-ап?), эффузивно-вулканокластическая формация (поздний альб-турон) (Сатнан и др., 2001, 2005). В пределах выходов карбонатно-вулканогенной формации (Манкукская и Ерахская антиклинали) были обнаружены щелочно-лампрофировые трубки взрыва. В их строении преобладают туфы щелочно-лампрофирового состава, кроме них картируются дайки кампобитов и мончикитов, подчиненное значение имеют туфы щелочно-базальтового состава, слялы и штоки фенотэфритов в диатреме "Ерах", дайки щелочно-базальтового состава выявлены в диатремах Манкукской антиклинали (верховье р. Веди). Туфы щелочных лампрофиров слагают основной объем, не менее 2/3 выполнения диатрем, представляя главную фазу эксплозивной их активности. По Rb/Sr изотопии туфов, кристаллов и стекла геохронология эксплозий определяется в широком интервале – от 173 до 100 млн лет (Сатнан и др., 2005). В данном сообщении рассмотрен геохимический спектр РЗЭ,

Ba, Sr и некоторых других некогерентных элементов туфов, но прежде подчеркнем их главные структурные и петрографические особенности.

Туфы массивные, с поверхности рыдлые, уплотненные с глубины 2-3м, охристо-зеленые, участками голубовато-зеленые. Состоят они на 60-70% из обломков вулканического стекла глэвро-псаммитовой, изредка гравелитовой размерностей (стекло содержит многочисленные глобулы, обогащенные Fe, Ti, Mn, K). Кристаллокластика (клинопироксены, амфиболы и др., табл. 1.2) составляет до 4-5%. Содержание ксенолитов достигает 20% лишь в туфах последних эксплозий диатремы "Ерах". Ксенолиты коровые и реже мантийные (табл. 3). Карбонат кальция слагает порово-контактный, изредка базальный цемент туфов. Под микроскопом участками карбонат глобулярной структуры в той или иной мере затушеван перекристаллизацией, в его отношении к кристаллическому карбонату определяется весьма условно. Нарастание магматогенного (глобулярного) карбоната отмечено в туфах диатрем Манкукской антиклинали – диатрем группы "Хосров".

Наиболее изучена крупная (450×280м) диа-

Таблица 1

Минеральный состав туфов и даек щелочно-лампрофировых диатрем "Ерах" и группы "Хосров"

Породообразующие минералы и минералоиды	Второстепенные минералы	Акцессорные минералы
Вулканическое стекло, магнетиальный кальцит	Оливин, замещенный Sr, олигоклаз, анортоклаз. Клинопироксены: титанистый салит, титансалит, титанистый фэссалит, диопсид, азгит, хромдиопсид, клиноэнстатит, омфалит. Ортопироксены: гиперстен. Амфиболы: роговая обманка об., базальтическая роговая обманка, керсутит, актинолит, тремолит, антофиллит. Слюда: биотит, титанистый флогопит*, фуксит*. Серпентин, каолинит, хлорит, монтмориллонит, смектит. Барит+целестин, анальцим, натриевый цеолит. Магнетит, гематит, гидроокислы железа, апатит.	Хромшпинелиды и хромит. Группа корунда (рубин, сапфир, лейкосапфир), анатаз, рутил, гранат, муассанит, мелилит, флюорит, эпидот, кварц, опал, халцедон, нефелин*, лейцит*. Самородные: золото, серебро, олово. Коэсит(?), графит.

\* Минералы, диагностированные только в дайках и ксенолитах.

Среднее содержание тяжелых минералов щелочно-лампрофировых туфов диатрем "Ерах" и группы "Хосров"

Минералы	Диатрема "Ерах"				Диатремы группы "Хосров"					
	Северный сектор		Южный сектор		"Средняя"		"Верхняя"		"Восточная"	
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
<b>Кликопироксены</b>										
Ti-салит, Ti-фассаит	79.8	14.7	12.8	7.6	6.2	7.1	4.0	4.4	15.8	12.6
Диопсид	2.6	2.3	7.9	7.4	1.8	2.9	0	0	3.3	3.6
Сг-диопсид	0.1	0.2	0.5	-	0	0	0	0	0	0
Авгит и омфациит	0.6	1.1	7.1	5.3	0.4	0.4	0.5	0.4	2.7	3.9
Ортопироксены	0.4	0.7	0.8	0.9	0.5	1.4	0.3	0.3	1.0	1.6
<b>Амфиболы</b>										
Роговая обманка обыкновенная	0.05	0.2	0.6	0.9	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3
Базальтическая роговая обманка	0.1	0.2	0.04	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.3
Керсутит	0.6	1.0	8.5	7.3	0	0	0	0	0	0
Биотит	0.05	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3	0	0	0.3	0.1
Апатит	0.05	0.2	0.8	1.3	1.1	1.6	0.2	0.2	0.3	0.5
Окислы и гидроокислы железа	1.6	2.2	15.0	21.7	61.09	31.14	25.1	32.0	38.5	26.1
Магнетит	10.6	9.1	6.9	4.9	4.6	5.6	27.5	19.9	13.9	11.6
Хромшпинелиды	0.1	0.3	4.4	4.5	0.6	1.0	1.0	1.3	0.3	0.6
Корунд	0	0	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.7
Гранат	0.1	0.2	0	0	0.05	0.1	0.5	1.2	0.1	0.2
Циркон	0.05	0.2	0.2	0.3	0.5	0.9	0.4	0.7	0.3	0.5
Выход тяжелой фракции	2.0	1.4	0.9	1.1	0.7	1.0	1.2	1.9	1.0	1.5

По данным изучения под микроскопом тяжелой фракции (0.25-0.1 мм) в иммерсии.

$\bar{x}$  - среднее содержание,  $\sigma$  - стандартное отклонение.

трема "Ерах" Ерахской антиклинали. Южный сектор ее слагается высокотитанистыми туфами ранних эксплозий, северный и северо-западный сектор - умеренно-титанистыми туфами, с обилием, до 20%, ксенолитов и развитием участками цеолит-анальцимового цемента. В юго-восточном секторе туфы контактируют с щелочно-базальтовыми продуктами наиболее ранних эксплозий, контаминированы ими и содержат наибольшее количество ксенолитов кальцитовых карбонатитов. Выявлены три уровня накопления слоистых эпикластических туфов.

В мелких по размеру диатремах верховья

Таблица 3

Ксенолиты в туфах щелочных лампрофиров диатрем "Ерах" и группы "Хосров"

Ксенолиты диатремы "Ерах"	Ксенолиты диатрем группы "Хосров"
Высокотитанистые щелочные базальты, оливниновые базальты, камптониты, кампто-мончикиты, трахибазальты, фонотерриты, анортозиты, габбро-диориты, сиениты, трахиты, карбонатиты кальциевой ветви (севиты).	Карбонатизированные гипер-базиты, гарцбургиты, трахиты, пикробазальты, базаниты, кальцитовые карбонатиты, мелкозернистые известняки, миндалекаменные базальты и пикробазальты Нащелочности и повышенной глиноземистости, габбро и габбро-пегматиты.

р. Веди, размещенных в Манкукской антиклинали (группы "Хосров"), выделяются умеренно-титанистые щелочно-лампрофировые туфы, среди них туфы-карбонатиты и в ограниченном количестве - щелочно-базальтовые туфы. В туфах щелочных лампрофиров обнаружены ксенолиты ультраосновных пород, известняков триасового облика и очень мелкие ксенолиты кальцитовых карбонатитов (табл. 3).

По петрохимической характеристике составы туфов (рис. 1, 2, табл. 4) размещаются главным образом в поле щелочных лампрофиров. Смещение некоторых к ультрамафическим лампрофиром может быть вызвано поздней карбонатизацией (в виде прожилков и выполнения пустот).

По содержанию  $Al_2O_3 > MgO + CaO > TiO_2 \times 5$  (рис. 3) составы туфов щелочных лампрофиров подразделяются на высоко- и умеренно-титанистые и отличаются от щелочно-базальтовых туфов меньшей глиноземистостью. Исходные данные химического анализа представлены в работе Сатяна и др. (2005), средние содержания - в табл. 4.

Обозначены поля: а) высокотитанистых (>2,5%  $TiO_2$ ) щелочно-лампрофировых туфов и б) высокоглиноземистых щелочно-базальтовых, в) преобладающих умеренно-титанистых и низкоглиноземистых туфов диатрем "Ерах" и группы "Хосров".

Рассмотрим наиболее информативные некогерентные элементы RЗЭ, Ba, Sr, Zr. В туфах

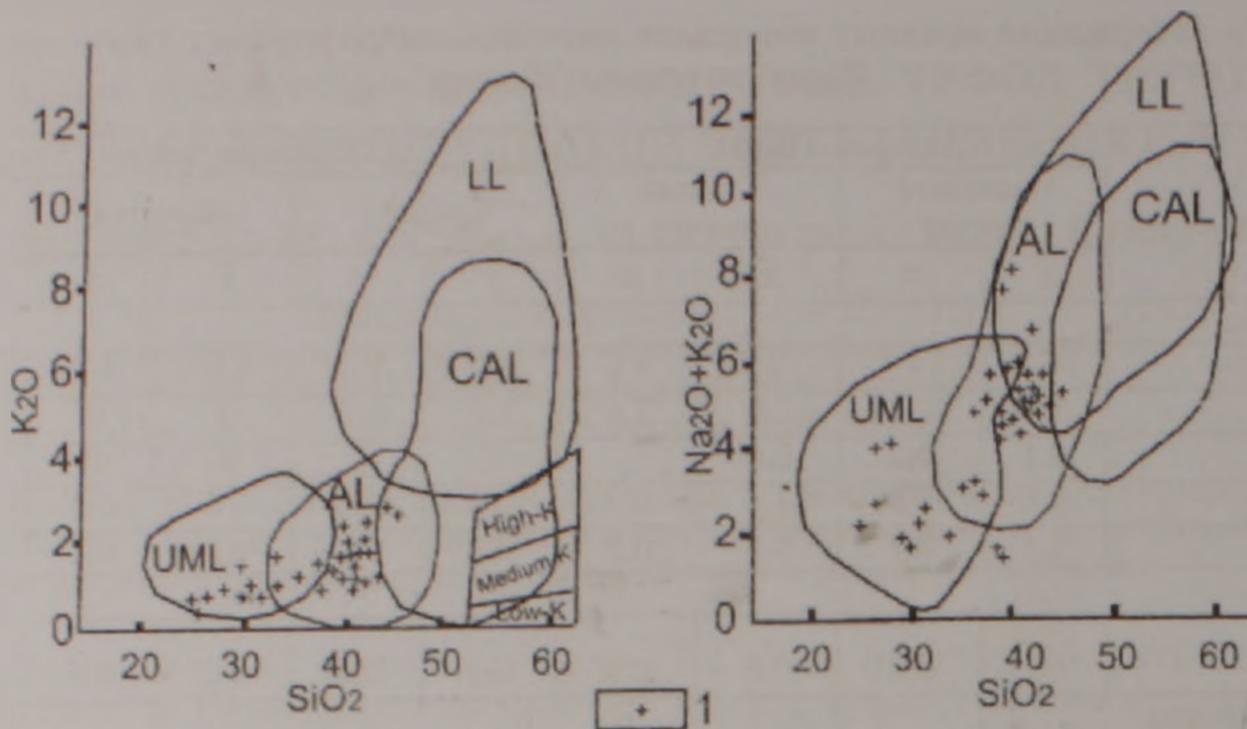


Рис 1. Дискриминационная диаграмма  $K_2O-SiO_2$  и  $K_2O+Na_2O-SiO_2$  для пород клана лампрофиров из диатремы "Ерах". 1. Туфы щелочных лампрофиров. Поля составов пород: AL – щелочных лампрофиров, CAL – известково-щелочных лампрофиров, UML – ультрамафитовых лампрофиров, LL – лампроитов.

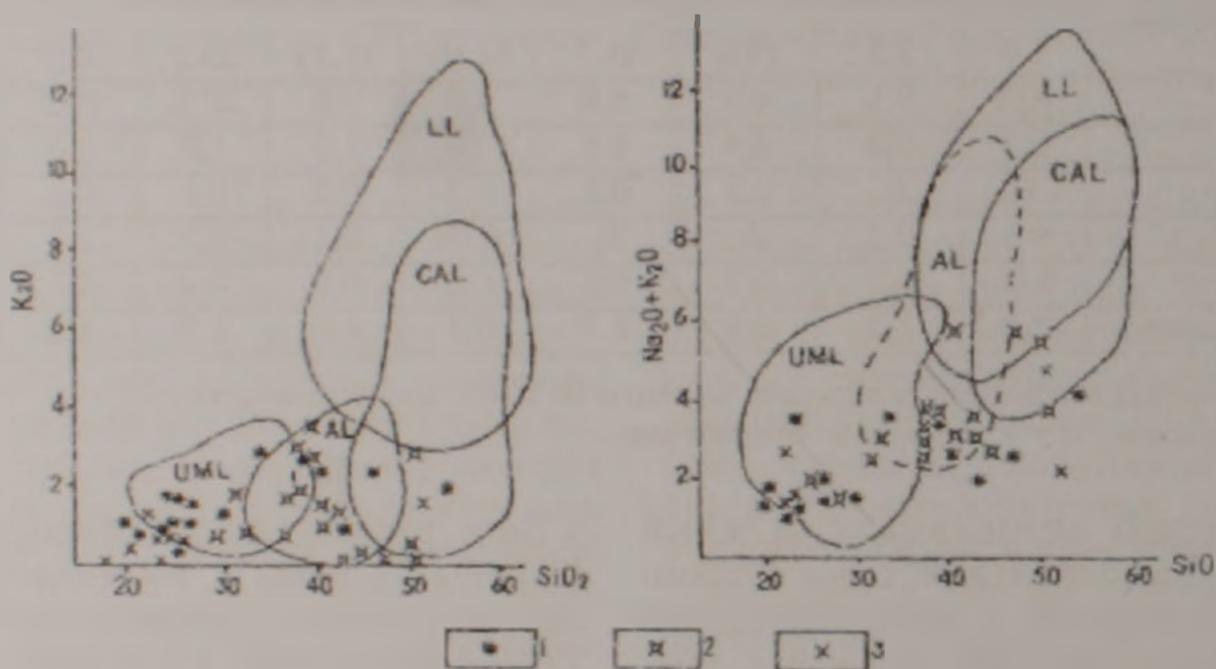


Рис 2. Дискриминационная диаграмма  $K_2O-SiO_2$ ,  $K_2O+Na_2O-SiO_2$  для туфов из диатрем группы "Хосров". 1. Диатрема "Средняя". 2. Диатрема "Восточная". 3. Диатрема "Верхняя". Поля составов пород (Роск, 1987): AL – щелочных лампрофиров, CAL – известково-щелочных лампрофиров, UML – ультрамафитовых лампрофиров, LL – лампроитов.

щелочно-лампрофировых диатрем содержания легких РЗЭ (табл. 4) превышают значения в хондритах в 100, а тяжелых – в 10-15 раз.

Степень их обогащенности легкими РЗЭ (La/Yb и др., табл.4) наибольшая для туфов диатрем близосековой части палеорифта (диатремы группы "Хосров"). В них же при относительно низкой суммарной ( $Na_2O+K_2O$ ) щелочности заметно возрастает соотношение  $K_2O/Na_2O$ , сравнительно с таковыми в туфах диатремы "Ерах", которая более краевая в поперечном сечении палеорифта (Сатиан и др., 2005). Надо полагать, что в осевой части зоны рифтогенеза уровень К-щелочного метасоматоза и обогащения легкими РЗЭ исходного вещества верхней мантии выше. В щелочно-базальтовых туфах диатрем начальных фаз эксплозии La/Yb отношения достигают 57,4-73,5. Отметим также, что туфы диатрем более обогащены легкими РЗЭ, чем базальтоиды вмещающих толщ. В карбонатно-вулканогенной формации La/Yb составляет 8,3, в кремнисто-вулканогенной формации офиолитовой серии – 1,6-2,5 и резко возрастает (до 54,3-71,4) в эффу-

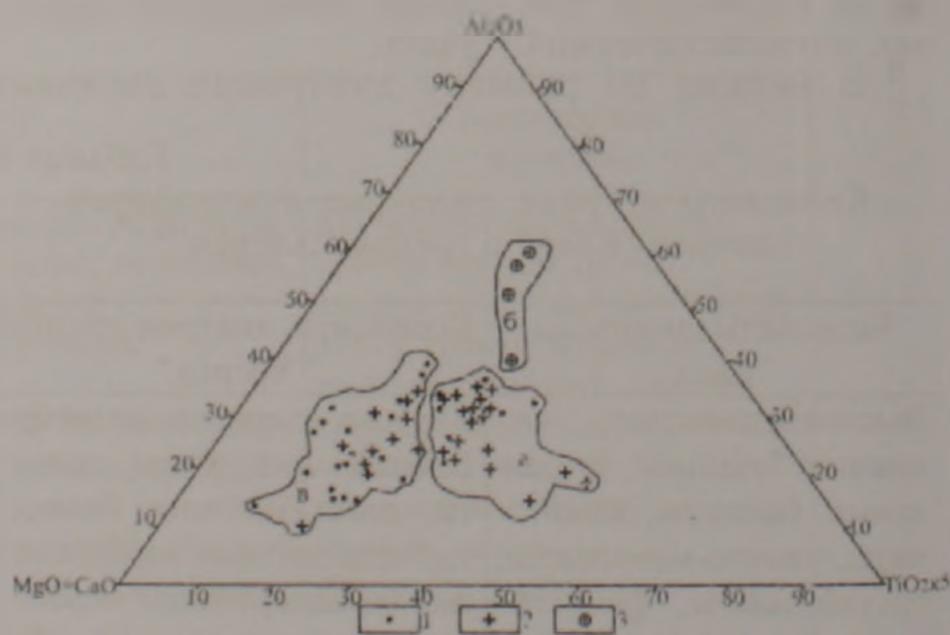


Рис 3. Составы туфов щелочных лампрофиров, щелочных базальтов на диаграмме  $MgO+CaO>Al_2O_3>TiO_2 \times 5$ . 1. Туфы щелочных лампрофиров диатрем группы "Хосров". 2. Туфы щелочных лампрофиров диатремы "Ерах". 3. Туфы щелочных базальтов диатремы "Восточная". 4. Туфы щелочных базальтов диатремы "Ерах".

Средние содержания породообразующих химических элементов в туфах щелочных лампрофиров диатрем "Ерах" и группы "Хосров"

Диатремы		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O	п.п.п	CO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
"Верхняя" (10 обр.)	$\bar{x}$	26,4	0,92	7,80	6,20	2,60	0,10	22,9	5,98	0,164	1,84	4,43	16,60	0,97	0,70
	$\sigma$	13,00	0,70	5,20	2,30	1,90	0,07	10,9	1,92	0,162	1,40	5,97	8,83	1,30	0,55
"Средняя" (23 обр.)	$\bar{x}$	29,5	1,52	9,80	7,30	2,30	0,14	18,76	7,00	0,32	3,02	5,52	14,53	0,73	1,37
	$\sigma$	10,30	0,73	4,10	2,60	0,90	0,14	9,7	2,30	0,20	1,84	6,90	8,16	0,97	0,76
"Восточная" (17 обр.)	$\bar{x}$	37,36	1,62	13,00	6,40	3,00	0,13	12,63	7,9	0,34	2,16	4,33	10,76	1,65	1,40
	$\sigma$	7,87	1,14	3,24	1,80	1,06	0,12	6,00	2,13	0,12	1,9	5,80	6,00	1,13	1,00
"Ерах" (24 обр.)	$\bar{x}$	34,40	2,81	13,07	6,37	2,98	0,34	12,5	7,17	0,67	3,26	4,20	7,80	2,20	1,60
	$\sigma$	4,73	1,39	2,75	1,47	1,10	0,29	5,2	2,80	0,21	1,29	2,10	4,19	1,10	0,77

$\bar{x}$  – среднее содержание (в вес %),  $\sigma$  – среднее отклонение

зивно-вулканокластической формации (дифференцированной щелочно-базальт-трахиандезитовой серии). Обращает внимание концентрация цериевой группы РЗЭ в вулканическом стекле щелочно-лампрофировых туфов (табл.5). В стекле определяется также повышенное, относительно валовых в туфе, содержание Nb, Sm и Eu. Отрицательная аномалия Eu для некоторых из проанализированных туфов щелочных лампрофиров не может быть поставлена в связь только с фракционной кристаллизацией плагиоклаза: содержание плагиоклаза в туфах и последующих вулканических продуктах (где лейкократовые разности редки) весьма низкое, кроме того, в туфах вся кристаллокластика не превышает 5% породы. Видимо, существует какой-то иной механизм Eu-аномалии, что требует дополнительного изучения. Колебания содержаний

РЗЭ в туфах разных диатрем и в пределах одной и той же диатремы наиболее значительны для легких РЗЭ (табл. 5, рис.4).

Из сравнения со средними значениями РЗЭ щелочных лампрофиров разных провинций (Rock, 1987), хотя и при значительных стандартных отклонениях для легких РЗЭ, намечается сходство с ними туфов диатрем мезозоя басс. р.Веди. Приведенные в табл.5 содержания других некогерентных элементов (Sr, Ba, Zr) скорее подчеркивают локальные региональные особенности геохимического спектра.

В туфах диатрем "Ерах" и особенно в группе "Хосров" содержания Sr чаще (~70%) преобладают над Ba (Sr/Ba>1). При сравнении со средними значениями, высчитанными по щелочным лампрофиром (Rock, 1987), бросается в глаза, что для щелочных лампрофиров других ре-

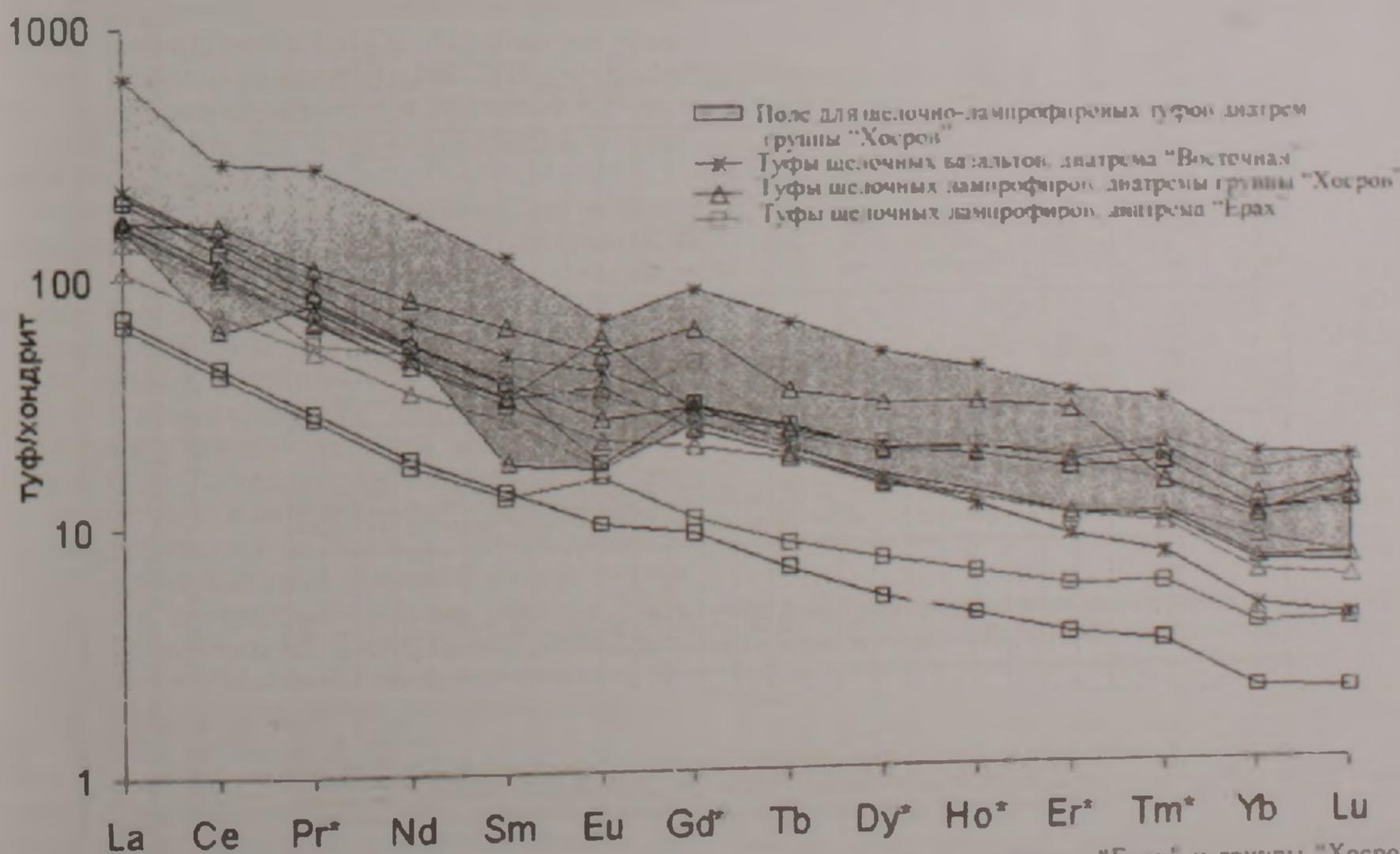


Рис. 4. Распределение содержаний РЗЭ (ppm) в туфах щелочных лампрофиров диатрем "Ерах" и группы "Хосров" нормированное к хондриту по (Anders & Grevesse, 1989).

Состав РЗЭ, Sr, Ba, Zr и других некогерентных элементов щелочно-лампрофировых туфов диатрем

Обр. ppm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	БЕ-138	К-2/1	К-4/15	К-4/15(с)	06-11	06-13	06-14	06-17	94-224	43х	30х	06-18	06-22	Сред. сол.
La	48.0	15.2	36,0	40,0	38.1	51.4	38.7	41.6	25.3	32.8	38.2	52.9	112.0	83±51
Ce	78.6	25.2	62,00	100,0	62.9	88.0	65.0	69.7	44.7	60.	67.8	90.2	171.5	151±110
Pr*	7.38	2.45			6.06	7.96	6.14	6.7	4.67	6.25	6.98	8.92	17.5	21±17
Nd	24.8	8.02	23,00	38,00	20.6	25.3	20.4	22.2	16.1	22.9	23.7	30.7	60.2	64±35
Sm	5.27	1.87	5,90	9,00	4.73	5.45	4.45	4.78	3.85	5.4	5.22	6.99	13.8	20±14
Eu	0.97	0.85	1,70	2,60	1.96	1.46	1.19	3.11	0.93	1.79	0.93	2.23	2.65	5±2.5
Gd*	5.99	5.21			4.8	5.9	4.71	5.53	4.97	5.25	5.12	5.99	12.5	13±8.2
Tb	0.87	0.29	0,80	1,20	0.66	0.86	0.64	0.84	0.78	0.69	0.7	0.73	1.64	1.8±0.8
Dy*	4.78	1.73			3.5	4.77	3.47	4.88	4.63	3.7	3.8	3.65	8.02	5.8±1.2
Ho*	1.03	0.34			0.69	1.02	0.69	1.08	1.09	0.69	0.72	0.64	1.53	2.1±1.5
Er*	2.62	0.87			1.74	2.63	1.72	2.81	3.0	1.68	1.74	1.4	3.6	2.7±1.1
Tm*	0.37	0.12	0,30	0,31	0.23	0.37	0.23	0.42	0.46	0.21	0.22	0.17	0.45	0.3±0.2
Yb	1.76	0.61	1,60	1,70	1.13	1.77	1.04	2.03	2.59	0.99	1.1	0.72	1.95	2.3±0.9
Lu	0.28	0.093	0,30	0,35	0.17	0.29	0.17	0.35	0.44	0.14	0.16	0.095	0.28	0.4±0.1
Sr	640	690			2005	115	1580		530	1140	305	830	680	1089±505
Ba	380	1105			485	95	190	320	575	1625	215	285	330	1064±571
Zr	15	85			70	30	70	30	85	82	19	24	70	344±127
Th	6.62	4.89			4.12	3.78	6.1	6.1	9.99	3.07	6.37	6.67	6.11	13±10
Hf	5.7	6.76			2.75	2.49	4.13	3.42	0.2	3.32	4.31	3.88	0.55	7±4
Ta	0.29	0.67			0.26	0.51	0.27	0.46	2.05	2.0	0.51	2.63		
La/Ce	0.61	0.6	1.48	1,02	0.6	0.6	0.6	0.6	0.56	0.55	0.56	0.59	0.65	0.55
La/Yb	27.27	24.91	12,5	13,07	33.71	29.04	37.21	20.49	9.77	33.13	34.7	73.47	57.43	36
La/Sm	9.1	8.13	6.1	4.4	8.05	9.4	8.7	8.07	6.6	6.07	7.32	7.57	8.11	4.15
Sr/Ba	1.68	0.62			4.13	1.21	8.31		0.92	0.7	1.41	2.91	2.06	1.02

Примечание: \* – данные, полученные экстраполяцией.

В таблице приведены данные нейтронно-активационного анализа, выполненного в Центральной лаборатории анализа вещества ГЕОХИ РАН.

1-4. Туфы щелочных лампрофиров, диатрема "Ерах". 4. Стекло в туфе, диатрема "Ерах". 5-11. Туфы щелочных лампрофиров диатрем группы "Хосров". 12-13.

Щелочно-базальтовые туфы северной части диатремы "Восточная". 14. Средние содержания для щелочных лампрофиров (Rock, 1987).

Таблица 6

Rb-Sr изотопно-аналитические данные туфа, вулканического стекла и клинопироксена туфов

Порода, минерал	Rb, мкг/г	Sr, мкг/г	Rb/Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Щелочно-лампрофировый туф	8,23	750,85	0,011	0,032	$0,70577 \pm 0,00023$
	8,26	763,05			$0,70583 \pm 0,00022$
Вулканическое стекло туфов	71,64	36,29 (37,39)	1,947	5,633	$0,71254 \pm 0,00017$
Клинопироксен	13,63	114,5	0,12	0,344	$0,70454 \pm 0,00028$

По данным Сатиана и др. (2005)

гионов показательны примерно равные средние содержания Sr и Ba ( $1089 \pm 505$  и  $1064 \pm 571$ ). Высокие концентрации Sr в туфах диатрем были подтверждены и масс-спектрометрией (750-763ppm), в дайках камптонитов и мончикитов они достигают 2888-2995ppm. Для выводов о коровой контаминации стронцием это весьма существенно: дайки, формирующиеся на заключительном этапе активности диатрем, прорывают туфы возраста в 100 млн лет, они связаны с промежуточными, коровыми магматическими очагами. Для них особенно характерны повышенные значения легких РЗЭ.

Содержания Zr не только в туфах щелочных лампрофиров, но и в других основных вулканических породах Ведийской зоны (басс. р. Веди) явно уступают средним значениям для щелочных лампрофиров ряда провинций (Rock, 1987), а также базальтоидам мезозоя Севанского хр. Севано-Акеринской офиолитовой зоны (Сатиан, Саркисян, 2006). Эта характеристика дополняет заметное формационное отличие вулкаников обеих офиолитовых зон.

Геохимия лампроитов (Джейкс и др., 1989; Богатиков и др., 1991) отличается гораздо значимее. Туфы щелочных лампрофиров Веди на порядок обеднены Ba и Sr (причем отношения Sr/Ba в лампроитах  $< 1$ ), особенно высоки содержания в лампроитах La, Ce, Zr, заметно меньше в них концентрации Rb, Nd. Туфы щелочных лампрофиров сходны с лампроитами по концентрации Sm, Eu, Yb и по содержанию U превышают лампроиты.

Судя по уже имеющимся данным, выделение "провинциальных" особенностей (Богатиков и др., 1991) находит свое объяснение в геодинамических условиях их формирования (рифтогенез древних щитов и молодых платформ и др.). Этот же подход к типизации геодинамических обстановок возникновения диатрем щелочных лампрофиров является задачей дальнейших исследований. Из приведенных данных видно, что туфы щелочных лампрофиров диатрем басс. р. Веди обособляются не только петрологически, гологалиновым составом основной массы, но они отличаются и по геохимическому спектру РЗЭ, Sr, Ba, Zr. По данным масс-спектрометрии видно, что наиболее обогащено Rb вулканическое стекло, а стронцием – карбонатная составляющая туфов.

Эти процессы, как видно, относятся к фазе ликвации первичной базанитовой магмы на силикатную и карбонатную; видимо, обогащено Sr также исходное вещество метасоматизированной

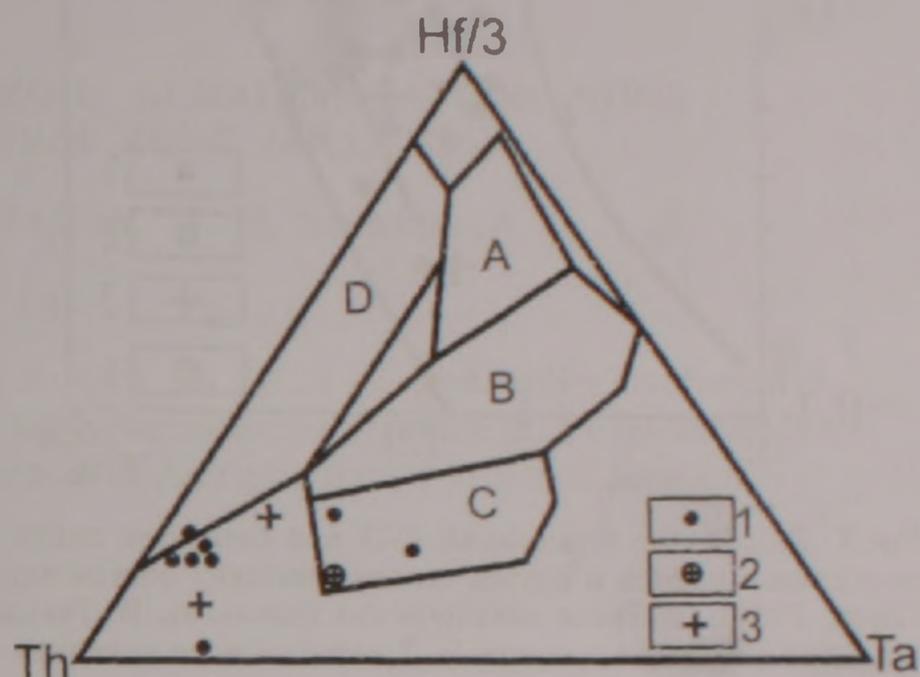


Рис. 5 Дискриминационная диаграмма Th-Hf/3-Ta базальтов различных геодинамических обстановок (Wood, 1980).

Оконтурека поля: А-нормальный тип базальтов срединно-океанических хребтов; В-обогащенный тип базальтов срединно-океанических хребтов; С-щелочные внутриплитные базальты; D-базальты островных дуг. 1. Туфы щелочных лампрофиров, диатрема группы "Хосров". 2. Туф щелочного базальта, диатрема "Восточная". 3. Туф щелочного лампрофира, диатрема "Ерах".

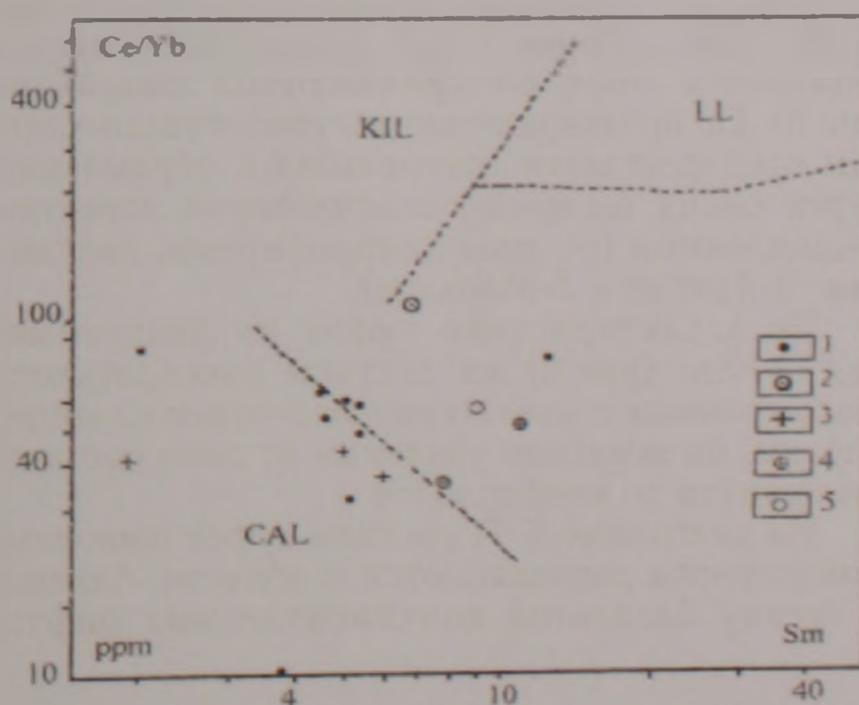


Рис. 6 REE дискриминационная диаграмма для лампрофиров. 1. Туфы щелочных лампрофиров, диатрема группы "Хосров". 2. Туфы щелочных базальтов, диатрема "Восточная". 3. Туфы щелочных лампрофиров, диатрема "Ерах". 4. Дайки камптонитов и мончикитов, диатрема "Ерах". 5. Стекло туфа щелочного лампрофира, диатрема "Ерах". CAL – известково-щелочные лампрофиры, KIL – кимберлиты, LL – лампроиты. Для щелочного лампрофира диагностическое поле не выделено (Rock, 1991).

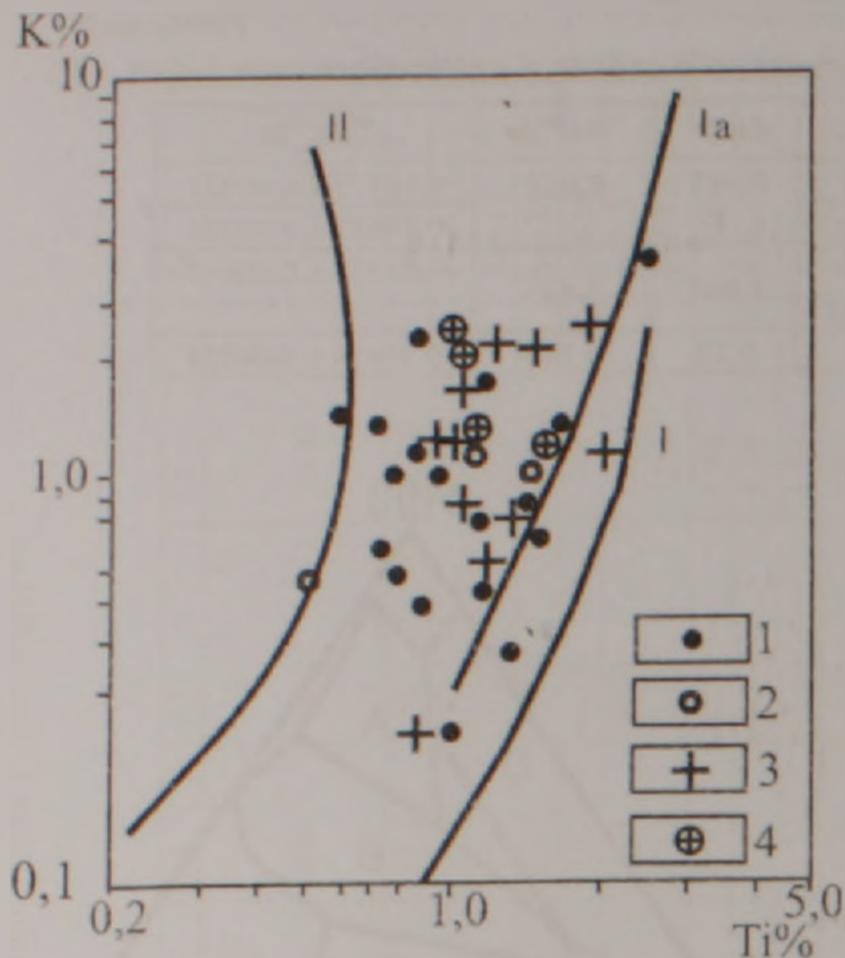


Рис. 7. Диаграмма титан-калий (%) для базальтов континентальных рифтов и других геодинамических обстановок (Лутц, 1980). I Тренд океанических базальтов. II Тренд геосинклинальных базальтов. Ia Тренд базальтов континентальных рифтов. 1 Туфы щелочных лампрофиров, диатремы группы "Хосров". 2 Туфы щелочных базальтов, диатрема "Восточная" группы "Хосров". 3 Туфы щелочных лампрофиров, диатрема "Ерах". 4 Туфы щелочных базальтов, диатрема "Ерах".

мантии, судя по мантийным значениям  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в туфах и в клинопироксенах туфов, при возможной контаминации ликвата вулканического стекла.

Щелочно-лампрофировые туфы на диаграмме Th-Ni/3-Ta занимают обособленное место вне полей COX, островных дуг, малая часть из них попадает в поле внутриплитовых базальтов (рис. 5). По предварительным геологическим данным предполагается латеральная к обрамлению рифта смена щелочных-лампрофиров известково-щелочными (pl, amf) лампрофирами, дайками (скв. 1-Арарат и 5-Маркара).

По характеристике туфов на диаграммах  $\text{Ce}/\text{Yb} > \text{Sm}$  (рис. 6) их составы располагаются вдоль границы с известково-щелочными лампрофирами, на заметном удалении от поля составов лампроитов и кимберлитов.

На диаграмме K-Ti составы туфов щелочных лампрофиров располагаются в области, близкой к тренду базальтов континентальных рифтов

со смещением к тренду геосинклинальных базальтов (рис. 7). Породы-индикаторы, кроме щелочных лампрофиров, карбонатиты и высоко K-щелочные базальты карбонатно-вулканогенной формации подтверждают схему континентального рифтогенеза.

В завершение отметим также, что наибольшие глубины формирования магматических очагов туфов щелочных лампрофиров по комплексу петролого-минералогических и геохимических признаков предполагаются на уровне шпинелевых перидотитов, исходная магма – базанитового состава с последующим обогащением флюидами и ликвацией на карбонатную и силикатную составляющие (Сатиан и др., 2005).

Статью рецензировал и рекомендовал опубликовать канд. г.-м.н. Х.Б. Меликсетян.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Богатиков О.А., Рябчиков И.Д., Кононова В.А. и др. Лампроиты. М.: "Наука", 1991, 302 с.
- Гукасян Р.Х., Мнацаканян А.Х., Степанян Ж.О. О радиологическом возрасте диатрем. В кн.: Лампрофировые трубки взрыва мезозоя Веди́йской зоны (Армения). Ереван: Изд. "Наири", 2005, 148 с.
- Джейкс А., Люис Дж., Смит К. Кимберлиты и лампроиты западной Австралии. М.: "Мир", 1989, 430 с.
- Лутц Б.Г. Геохимия океанического и континентального магматизма. М.: "Недра", 1980, 247 с.
- Сатиан М.А., Степанян Ж.О., Саакян Л.Г., Мнацаканян А.Х., Гукасян Р.Г. Лампрофировые трубки взрыва мезозоя Веди́йской зоны (Армения). Ереван: Изд. "Наири", 2005, 148 с.
- Сатиан М.А., Гукасян Р.Х., Мнацаканян А.Х., Степанян Ж.О., Саакян Л.Г. К-Ag и Rb-Sr изотопно-геохимические исследования лампрофировых диатрем мезозоя Веди́йской зоны (Армения). III Российская конференция "Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма" ИГЕМ РАН, 5-8 ноября 2006г., т.2, с.228-232.
- Сатиан М.А., Саркисян Е.А. О литодинамике вулканогенно-осадочного комплекса мезозоя Севанского хребта (Севано-Акеринская офиолитовая зона, Армения). Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2006, №1, с.19-26.
- Anders E., Grevesse N. Abundances of elements: meteoritic and solar. "Geochim. Acta", 1989, v.53, pp.197-214.
- Rock N.M.S. The nature and origin of lamprophyres: Alkaline Igneous Rocks. Geological Society Special Publication, 1987, №30, pp.191-226.
- Rock N.M.S. Lamprophyres. The global occurrence petrology. Origin and economic significance of some rocks of deep origin. Blackie and Son Ltd, Glasgow 1991, 285p.

**ՎԵՂՈՒ ԳՈՏՈՒ ՄԵԶՈԶՈՅԱՆ ՊԱՅԹՄԱՆ ԽՈՂՈՎԱԿՆԵՐԻ  
ԱԼԿԱԼԱ-ԼԱՄՊՐՈՖԻՐԱՅԻՆ ՏՈՒՖԵՐԻ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱՆ**

**Լ. Հ. Սահակյան, Մ. Ա. Սաթյան, Ժ. Հ. Ստեփանյան**

**Ա մ փ ո փ ու մ**

Քննարկված են Վեղու գոնայի մեզոզոյան պայթման խողովակների տուֆերում (Վեղի գետի ավազան) հազվագյուտ հողերի էլեմենտների, Ba, Sr, Zr կոնցենտրացիաները, երկրաքիմիական սպեկտրը: Քննարկված են դիատրեմաների գենեզիսը և ստրուկտուրային դիրքը մեզոզոյան ընթացքում:

**TO GEOCHEMISTRY OF MESOZOIC ALKALINE-LAMPROPHIRE  
PIPE TUFFS OF THE VEDI ZONE (ARMENIA)**

**L. H. Sahakyan, M. A. Satian, J. H. Stepanyan**

**Abstract**

The article considers concentrations of rare elements, Ba, Sr, Zr and some other incoherent elements, a geochemical spectrum of Mesozoic alkaline-lamprophire diatremic tuffs of River Vedi basin (the Vedi ophiolite zone) and highlights the issues of their genesis and structural position in Mesozoic rift.