

N_2 - Q_1 вулканизм в долине р. Димшикан (Срединный хребет Камчатки)
**Толстых М.Л.¹, Овсянников Г.Н.^{2,5}, Щеклеина М.Д.², Лебедев В.А.³, Бабанский А.Д.³,
Певзнер М.М.⁴, Парфенов А.В.³, Волюнец А.О.⁵**

N_2 - Q_1 volcanism in the Dimshikan Valley (Sredinny Range of Kamchatka)
**Tolstykh M.L., Ovsyannikov G.N., Shchekleina M.D., Lebedev V.A., Babansky A.D.,
Pevzner M.M., Parfenov A.V., Volynets A.O.**

¹ Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва;
e-mail: mashtol@mail.ru

² Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

³ Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии
РАН, г. Москва

⁴ Геологический институт РАН, г. Москва

⁵ Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

Изучен состав пород и установлен изотопный К-Аг возраст лав, изливавшихся в долине р. Димшикан, расположенной на юго-западном подножии стратовулкана Уксичан. Приводятся данные по макро- и микроэлементным характеристикам вулканитов как основного, так и кислого составов.

Стратовулкан Уксичан, осложненный крупной кальдерой, расположен в центральной части Срединного хребта (СХ) Камчатки (рис. 1). Изучены слагающие его породы [3], определен позднеплиоценовый возраст вулканической активности [6, 7]. При этом, по данным геологической съемки [2], на ЮЗ подножии вулкана широко распространены отложения дацитов и риолитов N_1 - Q возраста. В 2021 г. мы провели геологическое опробование в долине р. Димшикан (рис. 1а). Главная цель наших исследований – установить хронологические и геохимические соотношения вулканитов долины р. Димшикан с породами вулкана Уксичан.

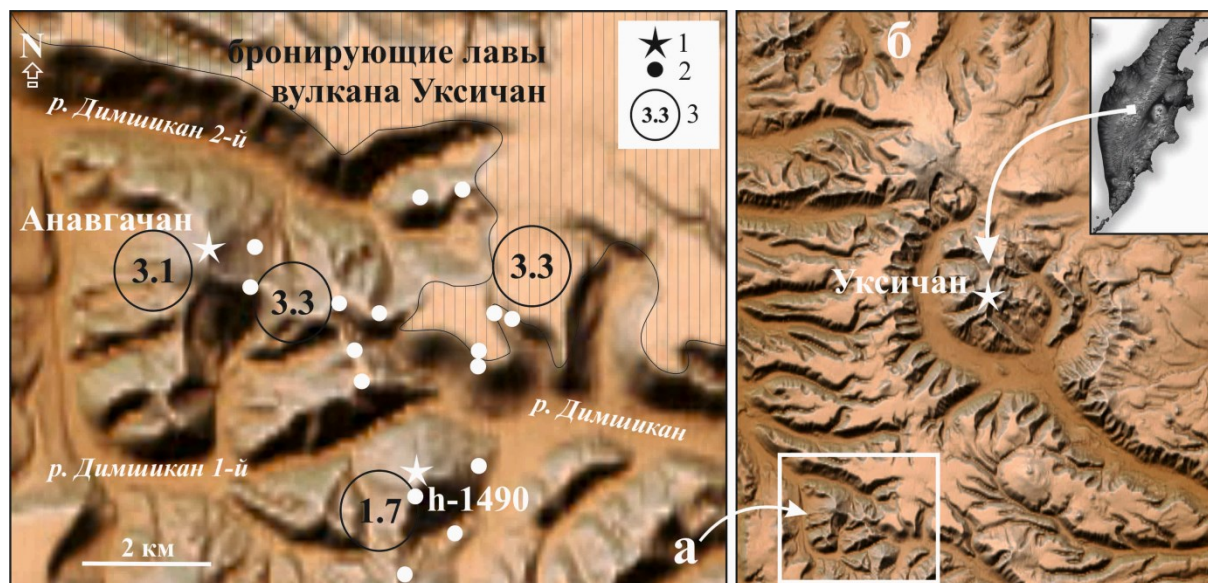


Рис. 1. Район работ в истоках р. Димшикан (а) на юго-западном подножии вулкана Уксичан (б), на врезке – положение на карте Камчатки. 1 – господствующие высоты, 2 – точки опробования, 3 – округленный К-Аг возраст в млн лет.

В долине р. Димшикан были опробованы лавы нескольких эруптивных центров, которые, согласно геологической карте, относятся к кававлинскому (N_2) и дыгеренскому (Q_1) комплексам, а также выходы базальтов росошинского комплекса (Q_1) [2]; кроме того, были отобраны бронирующие лавы и подстилающие их игнимбриты вулкана Уксичан в ЮЗ секторе их распространения (рис. 1а). Пробоотбор

был затруднен широким развитием полей мощной гидротермальной проработки вулканитов. Образцы были проанализированы методами РФА, ИСР, для представительных образцов был определен К-Аг возраст.

Результаты исследований

Установлено, что бронирующие лавы вулкана Уксичан изливались около 3.3 млн л.н. (рис. 1а, таблица, обр. 2121). В это же время в истоках р. Димшикан происходили излияния высокомагнезиальных базальтов (рис. 1а, таблица, обр. 2129) и трахидацитов сопки Анавгачан (рис. 1а, таблица, обр. 2130). Раннечетвертичный возраст (~1.7 млн лет) формирования установлен только для стекловатого потока риолитового состава, бронирующего сопку h-1490 (рис. 1а, таблица, обр. 2110).

Большая часть пород (и основного, и кислого составов) относится к высококальциевой серии (рис. 2), при этом породы Уксичана в большей степени обогащены щелочами относительно пород остальных эруптивных центров.

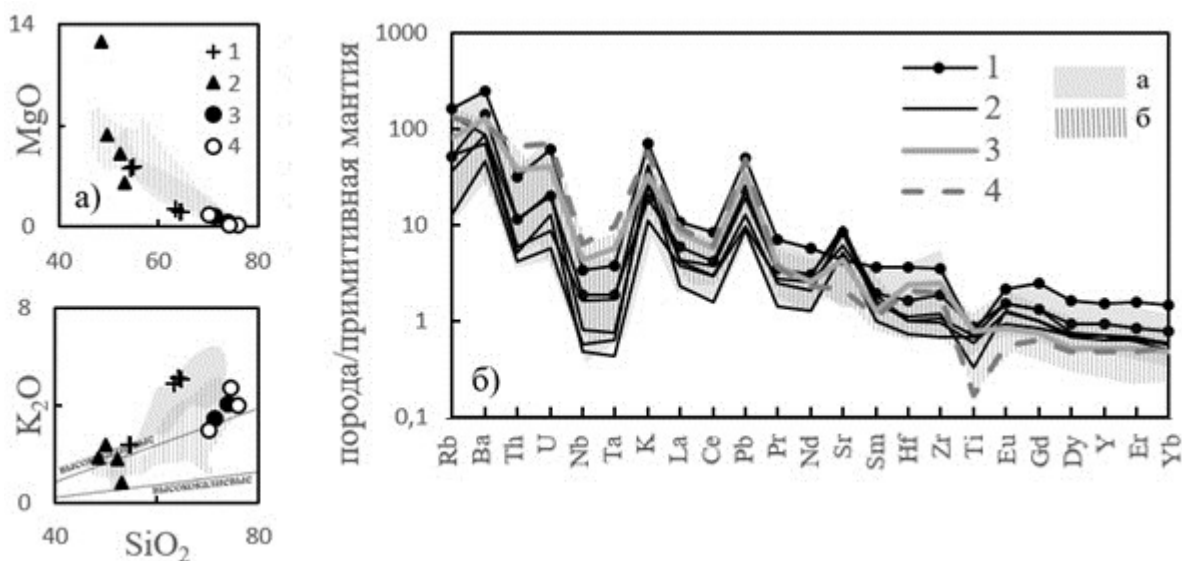


Рис. 2. Вариационные диаграммы (а) и спайдер-диаграммы (б) для пород эруптивных центров долины р. Димшикан. 1 – породы влк. Уксичан; 2 – базальты и трахибазальты отдельных потоков; 3, 4 – породы кислого состава эруптивных центров N₂ и Q₁, соответственно. а, б – поля составов пород влк. Уксичан [3], пород СХ (влк. Хангар, Ичинский, Ахтанг) [1, 4]. Составы пород на рис. 2б нормированы на состав примитивной мантии по [8].

В целом, все породы характеризуются островодужной спецификой, однако имеют различный микроэлементный состав (рис. 2б). Для основных пород наиболее значимыми оказались вариации величины Nb-Ta минимума, причем наибольшая его выраженность характерна для пород, не имеющих отношения к комплексу Уксичан, но относящихся к той же возрастной группе.

Для вулканитов кислого состава, помимо разницы в дефиците Nb, показательно и поведение РЗЭ. Породы вулкана Уксичан обогащены средними и тяжелыми РЗЭ, в то время как плиоценовые и четвертичные породы других центров относительно обеднены ими.

Стоит отметить, что на диаграммах (рис. 2б) очевидно сходство пород этого района с разновозрастными породами других вулканов Срединного хребта (Хангар, Ичинский, Ахтанг), хотя диаграмма SiO₂-K₂O (рис. 2а) в области кислых пород демонстрирует уникальность вулкана Уксичан для СХ Камчатки.

Таблица. Состав пород и округленный К-Аг возраст лав района исследований

N обр.	2110	2120	2121	2122	2123	2128	2129	2130	2131	2133	2134
Возраст	1.7		3.3				3.3	3.1			
SiO ₂	73.2	54.02	63.81	64.3	54.4	51.5	47.8	68.9	49.07	51.6	75.05
TiO ₂	0.21	0.94	0.94	0.93	0.99	0.85	0.74	0.41	0.87	1.09	0.19
Al ₂ O ₃	13.7	17.35	16.2	16.4	17.8	19.7	13.2	15.2	16.7	17.7	13.18
FeO*	1.7	8.61	4.4	4.68	7.97	9.54	10.22	2.79	10.4	8.96	1.49
MnO	0.7	0.16	0.13	0.15	0.16	0.21	0.18	0.07	0.18	0.17	0.06
MgO	0.36	4.04	1.03	1.08	4.04	3.00	12.66	0.83	6.22	5.03	0.11
CaO	1.35	7.75	2.50	2.64	8.02	10.1	11.1	2.67	10.9	8.7	0.78
Na ₂ O	4.72	3.62	4.8	4.79	3.78	2.68	1.89	4.54	2.38	3.66	4.21
K ₂ O	4.02	2.35	5.01	5.1	2.35	0.79	1.83	2.91	2.35	1.33	3.96
P ₂ O ₅	0.05	0.45	0.29	0.3	0.46	0.14	0.33	0.13	0.53	0.33	0.03
Total	99.33	99.28	99.1	97.97	97.9	97.97	99.75	98.40	99.60	99.69	99.06
Li	34.2		16.1		8.96	5.72	5.32	24.3	7.55	8.56	
Be	2.67		3.78		1.52	0.49	1.27	1.85	1.97	1.03	
Sc	2.44		16.4		23.0	29.6	38.8	4.59	39.2	24.5	
V	8.02		30.8		231	288	264	18.2	333	270	
Cr	5.58		1.93		38.2	9.45	835	4.32	56.7	46.4	
Co	1.83		2.21		21.1	21.0	46.3	3.89	33.7	27.2	
Cu	7.89		4.36		85.9	140	103	10.9	139	83.8	
Zn	34.9		84.3		84.6	76.3	71.9	47.0	82.6	75.9	
Rb	73.6		90.0		28.3	7.10	29.7	45.8	77.4	20.4	
Sr	193		394		750	465	557	388	865	749	
Y	13.2		41.8		25.9	19.7	19.4	14.2	17.7	19.7	
Zr	142		261		137	50	79	183	71	89	
Nb	14.9		7.93		4.28	1.34	1.10	10.0	1.89	3.84	
Cs	1.86		1.57		0.60	0.10	0.49	0.99	0.51	0.33	
Ba	666		1557		886	296	439	802	553	543	
La	22.9		26.6		14.7	5.8	9.4	20.9	10.8	10.4	
Ce	45.5		62.6		31.5	11.9	22.4	42.9	28.0	22.0	
Pr	4.77		9.24		4.69	1.86	3.65	4.88	4.50	3.21	
Nd	16.5		41.6		21.8	9.4	18.3	18.3	21.2	15.3	
Sm	2.91		9.55		5.14	2.64	4.92	3.38	4.26	3.81	
Eu	0.56		2.16		1.53	0.95	1.53	0.86	1.25	1.28	
Gd	2.34		8.94		4.85	3.03	4.77	2.76	3.65	3.68	
Dy	2.18		7.47		4.17	3.23	3.47	2.37	3.12	3.29	
Ho	0.44		1.52		0.83	0.67	0.65	0.47	0.63	0.65	
Er	1.41		4.62		2.49	2.02	1.85	1.53	1.90	1.94	
Yb	1.60		4.40		2.34	1.76	1.53	1.49	1.72	1.80	
Lu	0.25		0.70		0.35	0.28	0.23	0.25	0.25	0.27	
Hf	4.27		7.39		3.29	1.49	2.02	4.82	2.05	2.25	
Ta	1.26		0.50		0.24	0.08	0.06	0.76	0.10	0.22	
Pb	14.4		14.8		6.9	2.7	2.8	10.3	5.9	3.8	
Th	7.94		3.75		1.37	0.50	0.61	4.54	1.34	0.71	
U	3.31		2.85		0.94	0.27	0.60	1.90	1.02	0.41	

Примечание. Содержания петрогенных элементов приведены в масс. %, несовместимых – в г/т, анализы выполнены согласно методике [1] в ЦКП «ИГЕМ-аналитика» и ИПТМ РАН. К-Аг возраст в млн лет, датирование выполнено согласно методике [5] в ИГЕМ РАН по основной массе лав.

Выводы

1. Установленный К-Аг возраст бронирующих лав вулкана Уксичан (~3.3 млн лет) идеально согласуется с результатами U-Pb датирования цирконов, отобранных во внутренней части кальдеры вулкана [7], и не противоречат датам, полученным Аг-Аг

методом по игнимбрикам Уксичана [6]. Хорошая сходимость результатов датирования, выполненного разными методами, подтверждает корректность полученных нами дат.

2. Высокомagneзиальные базальты и трахидациты сопки Анавгачан (~3.3 и 3.1 млн лет) маркируют масштабные проявления как кислого, так и основного вулканизма в долине р. Димшикан, практически синхронные с активностью вулкана Уксичан. При этом, полученный изотопный возраст этих извержений не соответствуют данным геологической карты.

3. Изученные в долине р. Димшикан вулканиды – как основные, так и кислые – находятся в поле субщелочных пород, но отличаются от пород Уксичана пониженным содержанием K_2O , средних и тяжелых РЗЭ, тория и урана, а также HFSE при сохранении относительного минимума Nb-Ta, характерного для островодужных серий.

4. Раннечетвертичные кислые вулканиды (~1.7 млн лет) отличаются от более древних пород менее выраженной Nb-Ta аномалией. Однако для базитов зависимость данного параметра от возраста не очевидна.

Работа выполнена в соответствии с Государственными заданиями ГЕОХИ РАН и ИВиС ДВО РАН № 0282-2019-0004.

Список литературы

1. *Вольнец А.О., Певзнер М.М., Лебедев В.А. и др.* Этапы активизации вулканизма на юго-восточном фланге Срединного хребта Камчатки: возраст, геохимия и изотопные характеристики пород массивов гор Ахтанг и Костина // Геология и геофизика. 2020. Т. 61. № 7. С. 862-878. <https://doi.org/10.15372/GiG2019158>
2. Государственная геологическая карта России масштаба 1:200 000. Издание 2-е. Серия Восточно-Камчатская. Лист N-57-III (Эссо). Объяснительная записка. СПб: ВСЕГЕИ, 2007. 120 с.
3. *Давыдова М.Ю., Мартынов Ю.А., Перепелов А.Б.* Эволюция изотопно-геохимического состава пород вулкана Уксичан (Срединный хребет, Камчатка) и ее связь с неогеновой тектонической перестройкой Камчатки // Петрология. 2019. Т. 27. № 3. С. 282-307. <https://doi.org/10.31857/S0869-5903273282-307>
4. *Певзнер М.М., Лебедев В.А., Вольнец А.О. и др.* Возраст стратовулканов Ичинский и Хангар (Срединный хребет, Камчатка) // Доклады Академии наук. 2019. Т. 489. № 6. С. 616-620. <https://doi.org/10.31857/S0869-56524896616-620>
5. *Чернышев И.В., Бахарев А.Г., Бортников Н.С. и др.* Геохронология магматических пород района золоторудного месторождения Нежданинское (Якутия, Россия): U-Pb, Rb-Sr, Sm-Nd изотопные данные // Геология рудных месторождений. 2012. Т. 54. № 6. С. 487-512.
6. *Bindeman I.N., Leonov V.L., Izbekov P.E. et al.* Large-volume silicic volcanism in Kamchatka: Ar-Ar and U-Pb ages, isotopic, and geochemical characteristics of major pre-Holocene caldera-forming eruptions // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2010. V. 189. № 1-2. P. 57-80.
7. *Kostitsyn Y.A., Anosova M.O.* U-Pb age of extrusive rocks in the Uxichan Caldera, Sredinnyi Range, Kamchatka: application of laser ablation in dating young zircons // Geochem. Int. 2013. V. 51. № 2. P. 155-163.
8. *Sun S.S., McDonough W.F.* Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes // Saunders A.D., Norry M.J. (eds), Magmatism in the ocean basins. Geological Society of London Special Publications. 1989. P. 313-34.