

## **О ВЫДЕЛЕНИИ ЭОПЛЕЙСТОЦЕНОВОЙ ЭПОХИ КРУПНЕЙШИХ КАЛЬДЕРООБРАЗУЮЩИХ ИЗВЕРЖЕНИЙ НА КАМЧАТКЕ (ПО ДАННЫМ Ar-Ar ДАТИРОВАНИЯ)**

**В.Л. Леонов<sup>1</sup>, И.Н. Биндеман<sup>2</sup>, А.Н. Rogozin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,  
e-mail: lvl@kscnet.ru

<sup>2</sup> – Университет штата Орегон, США, e-mail: bindeman@uoregon.edu

Определение возраста вулканических событий на Камчатке остается во многих случаях проблематичным. Основная масса вулканических построек была сформирована на полуострове в плиоцен-четвертичное время, но для большинства из них возрастные датировки отсутствуют. Не датирована была до недавнего времени и большая часть крупнейших кальдерообразующих событий, приводящих к природным катастрофам – во время этих извержений в воздух выбрасывались десятки, а иногда и сотни км<sup>3</sup> магмы и значительные площади полуострова покрывались пеплом, затапливались пирокластическими потоками. Более полные знания о том, когда происходили эти катастрофы, необходимы – чем больше мы будем о них знать, тем больше вероятности, что сможем предсказать будущие катастрофы.

Специальная работа по датировке игнимбригов Камчатки, проведенная в рамках проекта NSF (Национального научного фонда США) № EAR-0537872 в лаборатории Университета Висконсин-Мэдиссон (University of Wisconsin–Madison) (США) в 2006-2007 гг., позволила получить около 30 Ar-Ar датировок крупнейших кальдерообразующих извержений, происходивших в прошлом на полуострове [Леонов и др., 2008; Bindeman et al., 2009]. В данном сообщении мы на основе полученных датировок делаем вывод, что необходимо выделять особую, не выделявшуюся ранее, эоплейстоценовую эпоху крупнообъемного эксплозивного вулканизма, когда на полуострове происходили крупнейшие кальдерообразующие извержения и формирование гигантских кальдер.

### **Общие данные о периодичности крупнообъемного эксплозивного вулканизма на Камчатке**

Впервые подробно данные о периодичности четвертичного кислого вулканизма на Камчатке были рассмотрены в работах [Мелекесцев, 1967; Эрлих, Мелекесцев, 1973]. В этих работах во временном интервале от 250 тыс. лет до настоящего времени выделялось три вспышки эксплозивного кислого вулканизма – среднеплейстоценовая, верхнеплейстоценовая и голоценовая. В работе [Шеймович, 1979] была впервые рассмотрена позиция игнимбригов Камчатки в интервале от раннего миоцена до современности, и показано, что вспышки кислого вулканизма и формирование игнимбригов происходили в течение трех крупных тектономагматических циклов: анавгайского, алнейского и плейстоценового. Во время анавгайского цикла выделялись раннемиоценовый и среднемиоценовый периоды, во время алнейского – позднемиоцен-плиоценовый и позднеплиоценовый, а в плейстоценовом цикле – раннеплейстоценовый и средне-позднеплейстоценовый.

Большое внимание изучению плиоценового этапа кислого вулканизма было уделено в работе [Шанцер, Краевая, 1980]. Эти авторы отмечали, что о более ранних этапах вулканизма на Камчатке (эоценовом, олигоценовом, миоценовом) данных очень мало, а плиоценовый этап геологически изучен достаточно хорошо. При этом для плиоцен-четвертичного времени было отмечено общее ослабление мощности вулканизма и уменьшение длительности вулканических циклов.

Позднее к изучению вулканических поясов Камчатки был применен формационный анализ [Шеймович, Патока, 1989]. Было выделено шесть вулкано-магматических формаций: 1) миоценовая андезитовая; 2) миоцен-плиоценовая липарито-дацитовая и 3) плиоценовая андезито-базальтовая; 4) раннечетвертичная базальтовая; 5) плейстоценовая андезитобазальтовая (стратовулканов) и 6) голоценовая базальтовая (ареального вулканизма). Отмечалось, что наиболее объемные проявления кислого эксплозивного вулканизма были во время формирования миоцен-плиоценовой липарито-дацитовой формации. Отмечалось также, что кислый эксплозивный вулканизм проявлялся и позже во время формирования плиоценовых и плейстоценовых вулканов.

В начале 90<sup>х</sup> годов XX в. были получены новые данные о К-Аг возрасте вулканогенных пород Камчатки [Петренко, Большаков, 1991; Шеймович, Карпенко, 1996; Шеймович, Хацкин, 1996; Петренко, 1999]. На основе этих определений возраст кислых туфов и игнимбритов выделявшейся ранее миоцен-плиоценовой липарито-дацитовой формации был пересмотрен – его омолодили до эоплейстоцена [Шеймович, Карпенко, 1996]. Новые датировки и резкое омоложение пород дацит-риолитовой формации рассматриваемого района привели к выделению особого Карымшинского вулканического комплекса [Шеймович, Хацкин, 1996]. В этот комплекс были объединены как мощная, выделявшаяся ранее в рассматриваемом районе толща кислых туфов и игнимбритов, так и многочисленные субвулканические тела, вскрывающиеся в поле кислых пород района.

Проведенное нами в последние годы Аг-Аг датирование крупнейших кальдерообразующих извержений, происходивших на Камчатке, подтвердило данные предыдущих исследователей о эоплейстоценовом возрасте туфов и игнимбритов, относящихся ранее к миоцен-плиоценовой липарито-дацитовой формации [Леонов и др., 2008; Bindeman et al., 2009]. Было также показано широкое распространение на Камчатке игнимбритов эоплейстоценового возраста.

#### **Данные К-Аг и Аг-Аг датирования эоплейстоценовых игнимбритов Камчатки**

Ниже приведены данные о К-Аг возрасте пород Карымшинского вулканического комплекса, взятые из работ В.С.Шеймовича и его соавторов (табл. 1):

**Таблица 1.** К-Аг возраст игнимбритов Карымшинского вулканического комплекса.

Порода	№ образца	Возраст, млн. лет	Работа, из которой взяты данные
Игнимбриты	220	$1,2 \pm 0,08$	[Шеймович, Головин, 2003]
	228	$1,26 \pm 0,13$	[Шеймович, Хацкин, 1996]
	2019	$1,39 \pm 0,07$	[Шеймович, Хацкин, 1996]
	25	$1,51 \pm 0,05$	[Шеймович, Головин, 2003]
	12	$1,52 \pm 0,03$	[Шеймович, Головин, 2003]

Нами на Аг-Аг датирование в районе выделенной недавно кальдеры Карымшина [Леонов, Рогозин, 2007] были отобраны четыре образца из игнимбритов, заполняющих кальдеру (2005Г-5, 2006Л-24, 2007Л-36 и 2007Л-40). Результаты датирования приведены в табл. 2.

**Таблица 2.** Результаты Аг-Аг датирования пород в районе кальдеры Карымшина [Леонов и др., 2008]

Номер образца	Место отбора	порода	Аг-Аг возраст, млн. лет
2005Г-5	р-он Больше-Баннх источников	игнимбрит	$1,39 \pm 0,10$
2006Л-24	лев. борт р. Карымшина	игнимбрит	$1,78 \pm 0,02$
2007Л-36	лев. борт р. Карымшина	игнимбрит	1,81
2007Л-40	лев. борт р. Карымшина	игнимбрит	$1,78 \pm 0,02$

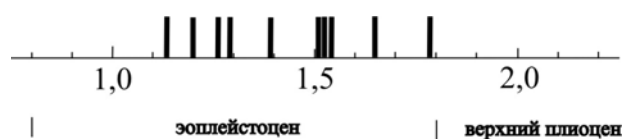
Полученные результаты Аг-Аг датирования показывают, что подтверждаются данные о эоплейстоценовом возрасте кислых туфов и игнимбритов Банно-Карымшинской зоны, полученные на основе К-Аг датирования. Необходимо отметить, что многочисленные датировки пород этого района, сделанные в последние годы, не дали ни одной даты, указывающей на более древний, плиоценовый или миоценовый возраст. Это позволяет считать К-Аг датировки, сделанные в 70-х годах XX века [Лоншаков, 1979], ошибочными.

Другой район, где были получены данные об эоплейстоценовом возрасте игнимбритов – центральный участок Восточной Камчатки. Игнимбриты в этом районе развиты чрезвычайно широко, занимая обширные площади. Они связаны с серией крупных кальдер, вытянутых цепочкой северо-восточного простирания. Нами на Аг-Аг датирование были отобраны образцы всех кальдерообразующих извержений на этом участке [Леонов и др., 2008]. Было определено, что игнимбриты, связанные с кальдерой Стены-Соболиного Карымского вулканического центра (образцы 2007Л-22 и 509-1), имеют эоплейстоценовый возраст, соответственно,  $1,13 \pm 0,1$  и  $1,26 \pm 0,01$  млн. лет.

Третий район, где были получены данные об эоплейстоценовом возрасте игнимбритов – Кронцоко-Гамченская вулканотектоническая структура - крайнее северное звено Восточно-Камчатского вулканического пояса [Кожемяка и др., 1987; Шанцер, Краевая, 1980]. Вулканизм в пределах этой структуры проявился в три этапа: нижнеплиоценовый, верхнеплиоценовый и четвертичный. Преобладающий состав вулканических пород – базальтовый, но на первом этапе существенную роль играли также игнимбриты, из которых был отобран образец на Ar-Ar датирование – 1132-1 (коллекция Л.И. Базановой). Датирование показало, что игнимбриты имеют эоплейстоценовый возраст –  $1,29 \pm 0,01$  млн. лет [Леонов и др., 2008].

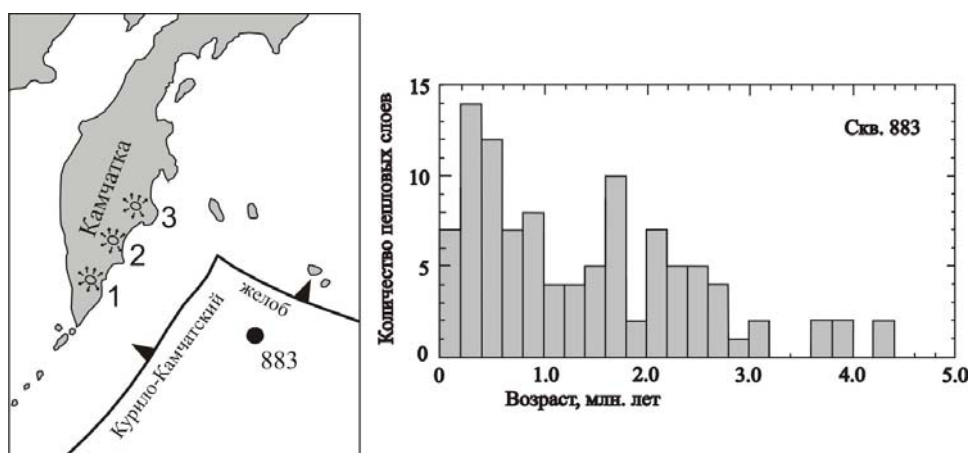
#### Выделение особого эоплейстоценового этапа эксплозивного кислого вулканизма на Камчатке

На рис.1. показано распределение по временной шкале (млн. лет) имеющихся в настоящее время датировок эоплейстоценовых игнимбритов Камчатки. Видно, что извержения происходили в интервале примерно от 1,2 до 1,8 млн. лет, а перед этим периодом и после него были значительные промежутки времени (не менее 500 тыс. лет), когда крупных игнимбритообразующих извержений не происходило. Это позволяет выделить особый эоплейстоценовый этап эксплозивного кислого вулканизма на Камчатке с возрастом 1,2 – 1,8 млн. лет, который ранее не выделялся.



**Рис. 1.** Распределение по временной шкале (млн. лет) имеющихся в настоящее время датировок эоплейстоценовых игнимбритов Камчатки

В настоящее время имеются данные о трех крупных кальдерах на Камчатке, которые сформировались в эоплейстоцене – кальдера Карымшина на Южной Камчатке [Леонов, Рогозин, 2007], кальдера Стены-Соболиного в Карымском вулканическом центре на центральном участке Восточной Камчатки [Леонов, Гриб, 2004] и кальдера, выделенная А.Е.Шанцером и Т.С.Краевой в районе Пальцевского вулкана на крайнем севере Восточно-Камчатского вулканического пояса [Шанцер, Краевая, 1980]. Расположение этих кальдер на полуострове показано на рис. 2.



**Рис. 2.** Расположение крупнейших эоплейстоценовых кальдер на Камчатке (слева): 1 - кальдера Карымшина [Леонов, Рогозин, 2007], 2 - кальдера Стены-Соболиного [Леонов, Гриб, 2004], 3 - кальдера, в районе Пальцевского вулкана [Шанцер, Краевая, 1980], и данные о количестве пепловых слоев в скважине 883, пробуренной у берегов Камчатки [Prueher, Rea, 2001] (справа).

Ранее нами было приведено сопоставление данных об Ar-Ar датировках игнимбритов Камчатки, и данных о количестве пепловых слоев в скважинах, пробуренных в Тихом океане недалеко от берегов Камчатки [Леонов и др., 2008]. Было показано, что главные эпохи повышенной эксплозивной активности, выделенные по этим двум данным, практически

совпадают. Изучив количество пепловых слоев в скважинах, авторы в [Prueher, Rea, 2001] делают вывод, что в последние 5 млн. лет на Камчатке было четыре эпизода повышенной эксплозивной активности с приблизительным возрастом 0.2-0.5, 0.7-0.9, 1.5-1.7 и 2.5-2.65 млн. лет назад. Полученные нами датировки позволяют дополнить результаты работ, изложенных в [Prueher, Rea, 2001], данными по наземным районам Камчатки и считать, что в эоплейстоцене на Камчатке были крупнейшие проявления эксплозивного кислого вулканизма, которые в период 1,2 – 1,8 млн. лет привели к формированию крупных кальдер и мощных толщ игнимбригов, покрывших значительные площади на востоке полуострова.

Авторы выражают искреннюю признательность Л.И.Базановой и Е.Н.Гриб за образцы из их личных коллекций, представленные для Ar-Ar датирования. Работа выполнена в рамках гранта NSF (Национального научного фонда США) № EAR-0537872, а также в рамках проектов ДВО РАН № 09-III-A-08-424 и РФФИ № 08-05-00453.

### Список литературы:

**Кожемяка Н.Н., Литасов Н.Е., Важеевская А.А. и др.** Геологическое строение, вулканизм и эволюция вещества Кроноцко-Гамченской структуры на Камчатке // Вулканология и сейсмология. 1987. № 3. С. 37-50.

**Леонов В.Л., Биндеман И.Н., Рогозин А.Н.** Новые данные по Ar-Ar датированию игнимбригов Камчатки // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы конференции, посвященной Дню вулканолога, 27-29 марта 2008 г. — Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2008. С. 187-196.

**Леонов В.Л., Гриб Е.Н.** Структурные позиции и вулканизм четвертичных кальдер Камчатки. Владивосток: Дальнаука, 2004. 170 с.

**Леонов В.Л., Рогозин А.Н.** Карымшина – гигантская кальдера-супервулкан на Камчатке: границы, строение, объем пирокластики // Вулканология и сейсмология, 2007. №5. С. 14-28.

**Лоншаков Е.А.** Ряды вулкано-тектонических структур и структурно-вещественные парагенезисы Южно-Камчатского района // Бюл. вулканол. станций. 1979. № 57. С. 79-91.

**Мелекесцев И.В.** Масштаб и возраст последней крупнейшей вспышки кислого вулканизма на Камчатке // Вулканизм и геохимия его продуктов. М.: Наука, 1967. С. 82-92.

**Петренко И.Д.** Золото-серебряная формация Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Изд-во Санкт-Петербургской картографической фабрики ВСЕГЕИ, 1999. 116 с.

**Петренко И.Д., Большаков Н.М.** Структурная позиция и возраст золотосеребряного оруденения Южной Камчатки на примере Мутновского месторождения // Тихоокеанская геология. 1991. № 5. С. 100-111.

**Шанцер А.Е., Краевая Т.С.** Формационные ряды наземного вулканического пояса (на примере позднего кайнозоя Камчатки). М.: Наука, 1980. 164 с.

**Шеймович В.С.** Игнимбриги Камчатки. М.: Недра, 1979. 179 с.

**Шеймович В.С., Головин Д.И.** Возраст кислых вулканитов района Больше-Банных источников // Вулканология и сейсмология. 2003. № 1. С. 21-25.

**Шеймович В.С., Карпенко М.И.** K-Ar – возраст вулканизма на Южной Камчатке // Вулканология и сейсмология. 1996. № 2. С. 86-90.

**Шеймович В.С., Патока М.Г.** Геологическое строение зон активного кайнозойского вулканизма. М.: Недра, 1989. 208 с.

**Шеймович В.С., Хацкин С.В.** Риодацитовая магматическая формация Юго-Восточной Камчатки // Вулканология и сейсмология. 1996. № 5. С. 99-105.

**Эрлих Э.Н., Мелекесцев И.В.** Четвертичный кислый вулканизм западной части Тихоокеанского кольца // Кислый вулканизм. Отв. Редактор К.Н.Рудич. Новосибирск, «Наука». 1973. С. 4-39.

**Bindeman I.N., Leonov V.L., Ponomareva V.V., Watts K.E., Perepelov A.B., Bazanova L.I., Singer B.S., Jicha B., Schmitt A.K.** Large-volume silicic volcanism in Kamchatka: Ar-Ar, U-Pb ages and geochemical characteristics of major pre-Holocene caldera-forming eruptions. // J. Volcanol. Geothermal Res. 2009.

**Prueher L.M., Rea D.K.** Tephrochronology of the Kamchatka-Kurile and Aleutian arcs: evidence for volcanic episodicity // J. Volcanol. Geothermal Res. 2001. V. 106. P. 67-84.