

УДК 621.039.86 + 551.89 + 551.21+551.794

БРАЙЦЕВА О. А., ЛИТАСОВА С. Н., СУЛЕРЖИЦКИЙ Л. Д.,
ЕГОРОВА И. А., ГРЕБЗДЫ Э. И.

**РАДИОУГЛЕРОДНОЕ ДАТИРОВАНИЕ И ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЕ
ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВЕННО-ПИРОКЛАСТИЧЕСКОГО ЧЕХЛА
ПОДНОЖИЙ ВУЛКАНОВ КАРЫМСКИЙ И МАЛЫЙ СЕМЯЧИК**

RADIOCARBON DATING AND PALYNOLOGICAL STUDY OF SOIL-PYROCLASTIC COVER AT THE FOOT OF KARYMSKH AND MALYI SEMYACHEK VOLCANOES, by Braiseva O. A., Litasova S. N., Sulerzhitskii L. D., Egorov I. A., and Grebzdzy E. I. This paper presents radiocarbon data obtained at the Institute of Volcanology and Institute of Geology, USSR Academy of Sciences, from 77 samples of carbon, wood, and buried soil taken during tephrochronological investigations of soil-pyroclastic covers at the foot of Karymskii and Malyi Semyachek Volcanoes. The authors show the tables of radiocarbon data indicating the main events of the volcanoes as well as the sections showing the position of the dated samples. The accuracy of the radiocarbon dating is discussed. The diagram of soil-pyroclastic cover at the foot of Malyi Semyachek is considered to be as standard for East Kamchatka volcanic zone. Palyno-logical complexes are distinguished; they are dated and adjusted to periods according to Blitt-Sernander scale.

(Received December 21, 1987)

*Institute of Volcanology, Far East Division, USSR Academy of Sciences,
Petropavlovsk-Kamchatskii, 683006, USSR*

Настоящее сообщение представляет собой очередную публикацию радиоуглеродных дат, которая начата Институтом вулканологии в 1984 г. [6]. Радиоуглеродные даты для отложений вулканов Карымский и Малый Семячик совместно с тephрохронологическими данными публиковались в работах [2, 3, 8, 9], где они были использованы для определения возраста вулканов и реконструкции истории их формирования. Однако после первых публикаций была получена серия новых датировок, и в настоящее время, по завершении следующего этапа работ в этом районе, нам представляется рациональным дать их итоговую сводку.

Вулканы Карымский и Малый Семячик расположены в пределах Восточной вулканической зоны на расстоянии около 20 км один от другого. Карымский представляет собой правильный конус, расположенный в молодой, голоценовой кальдере. Малый Семячик — это массив типа вулканического хребта, состоящий из трех слившихся конусов-стратовулканов — Палео-, Мезо- и Кайно-Семячика.

Объектом датирования были отложения почвенно-пирокластических чехлов подножий вулканов, в которых последовательно отражается вся история их эксплозивной активности. Почвенно-пирокластические чехлы сложены слоями тефры и разделяющими их горизонтами супесей и погребенных почв. Датирование отложений проводилось с целью временной привязки вулканических событий, запечатленных в чехлах тефрой. Определялся также возраст отложений пирокластических потоков, свя-

Радиоуглеродные даты отложений почвенно-пирокластического чехла подножия вулкана Карымский

№№ п/п	Стратиграфический горизонт и материал, взятый для датирования	Датируемое событие	Глубина взятия образца	Радиоуглеродный возраст, лет назад	№ образца	№ точки разреза
1	Гумусированный горизонт под пемзой ПЗ ₁₁	Короткие перерывы между извержениями в периоде активизации (II КМ) вулкана Карымский	0,08	Современный	ИВ АН-197	336
2	Гумусированный горизонт под пемзой ПЗ ₈₋₉		0,14	230±80 _I 290±50 _{II} 340±100 _{III}	ИВ АН-199 ^a ИВ АН-199 ^б ИВ АН-199 ^в	336
3			0,04			
4	Гумусированный горизонт под пемзой ПЗ ₇		0,60	450±50 _I 570±70 _{II+III}	ИВ АН-181 ^a ИВ АН-181 ^б	283
5	Древесина из почвы между пемзой ПЗ ₆ и серыми и черными вулканическими песками	Начало активизации вулкана Карымский	0,80	530±50	ИВ АН-66	283
6			0,90	680±40	ИВ АН-206	349
7	Почва между пемзой ПЗ ₆ и серыми и черными вулканическими песками	Период, существенного ослабления активности вулкана Карымский между периодами активизации I КМ и II КМ	0,90	450±30 _{II} 770±90 _I 870±50 _{III}	ГИН-1850 ГИН-1849 ИВ АН-35 ИВ АН-185 ИВ АН-186 ИВ АН-184	283, отбор 1972 г. 283, отбор 1978 г.
8			0,86	520±40 _{III} 630±40 _{II} 790±60 _I		
9	Почва под слоем пемзой ПЗ ₆		1,00	620±60 _{II} 680±100 _{III} 910±70 _I	ИВ АН-188 ^a ИВ АН-188 ^б ИВ АН-188 ^в	283
10	Уголь в почве, содержащей транзитный пепел 1			0,64		

11	Почва между прослоями транзитных пеплов 1 и 2		1,24	1080±80 _{II}	ИВ АН-33 ИВ АН-32 ИВ АН-190 ИВ АН-189 ^a ИВ АН-189 ^б ГИН-1167	283, отбор 1976 г.
12			1,24	1160±80 _{III} 1130±50 _{III} 1210±40 _I		283, отбор 1978 г.
13			0,26	1440±100 _{II} 1200±30		28
14	Почва между прослоями транзитных пеплов 2 и 3		1,34	1500±80 _I 1760±40 _{II} 1780±40 _{III}	ИВ АН-191 ^a ИВ АН-191 ^б ИВ АН-191 ^в	283
15	Почва между прослоем транзитного пепла 3 и шлаком вулкана Карымский (слоем ШЛ)		1,40	1860±40 _{II} 2160±60 _I 2570±150 _{III}	ИВ АН-193 ^a ИВ АН-193 ^б ИВ АН-193 ^в ГИН-1847 ИВ АН-34 ГИН-1848 ИВ АН-5 ^a ИВ АН-5 ^б ГИН-1853 ИВ АН-177 ^a ИВ АН-177 ^б	283, отбор 1978 г.
16			1,40	2090±60 _I 2290±110 _{III} 2990±60 _{II}		283, отбор 1975 г.
17			1,46	2270±50 _{III} 2660±120 _{I+II}		283
18			1,44	2200±90 _I		278
19			1,30	2550±80 _{II} 2640±80 _{III}		285—286
20	Гумусированный горизонт ниже прослоя шлака (ШЛ) вулкана Карымский	Короткий период покоя, предшествующий силь- ному извержению	1,52	2630±110	ИВ АН-203	343
21	Почва над слоем пемзовой тефры ПЗ ₃	Период покоя, последо- вавший за крупным извер- жением с выбросом тефры ПЗ ₃	3,00	3660±120	ИВ АН-476	285
22			1,06	3740±320	ИВ АН-194	336
23	Почва между слоями тефры ПЗ ₃ — ПЗ ₂	Период покоя между извержениями с выброса- ми тефры ПЗ ₃ и ПЗ ₂	0,70	3780±90	ИВ АН-480	25
24	Почва между слоями тефры ПЗ ₁ и ПЗ ₂	Период покоя между извержениями с выброса- ми тефры ПЗ ₁ и ПЗ ₂	1,28	3860±200	ГИН-1852	278

Таблица 1 (окончание)

№№ п/п	Стратиграфический горизонт и материал, взятый для датирования		Датируемое событие	Глубина взятия образца	Радиоуглеродный возраст, лет назад	№ образца	№ точки разреза
25 26	Почва под горизонтом пемзовой тефры ПЗ ₁		Период покоя перед извержением с выбросом тефры ПЗ ₁	1,42 1,68	4450±380 4590±190	ИБ АН-195 ИБ АН-283	336 342
27	Пачка погребенных почв между отложениями вулкана Карымский (КМ) и его кальдеры (КРМ)	Гумусированный про- слой под пирокластикой начального этапа деятель- ности вулкана Карымский	Конец периода покоя, непосредственно предшест- вующий началу формиро- вания вулкана Карымский	6,90	5360±80 _{II} 5710±100 _{III}	ИБ АН-178 ^a ИБ АН-178 ^b	286
28		Гумусированный гори- зонт под слоем транзит- ной тефры б		6,96	5280±120 _I 5760±120 _{II}	ИБ АН-179 ^a ИБ АН-179 ^b	286
29 30		Гумусированный гори- зонт, вмещающий тран- зитные пеплы 9 и 10		Период покоя в Карым- ском центре, разделяющий формирование кальдеры и возникновение в ней вул- кана Карымский	7,06 3,70	6040±80 _I 6280±100 _{II} 6530±110 _{III} 6740±100	ИБ АН-180 ^a ИБ АН-180 ^b ИБ АН-180 ^б ГИН-1709
31	Угли из пирокластического потока, связанного с формированием кальдеры вулкана Карымский		Формирование кальдеры вулкана Карымский	9,00	8650±200	ИБ АН-519	319
32	Почва, погребенная отложениями, связанными с формированием кальдеры вулкана Карымский (комплекс КРМ)		Период, непосредствен- но предшествующий нача- лу кальдерообразующих извержений	25,36	8210±220 _I 8280±180 _{III} 8850±50 _{II}	ИБ АН-1 ^a ИБ АН-1 ^b ИБ АН-1 ^б	319

Примечание. I, II, III в графе 5 — последовательные щелочные вытяжки из одного и того же образца почвы; положение и индексы маркирующих и транзитных прослоев тефры графы 2 см. рис. 1

занных с формированием кальдеры вулкана Карымский и с деятельностью вулкана Кайно-Семячик.

Исходным материалом для датирования служили погребенные древесина, угли и почвы. Образцы в разные годы отбирались О. А. Брайцевой, И. А. Егоровой, С. Н. Литасовой, Л. Д. Сулержицким. Препарат углерода, полученный экстрагированием органики из вулканического пепла (обр. ГИН-1066 в табл. 1); предоставлен Г. Н. Ковалевым. Радиоуглеродное датирование проводилось в Геологическом институте АН СССР (образцы с индексом ГИН) и в Институте вулканологии ДВО АН СССР (образцы с индексом ИВ АН).

Большинство исследованных образцов представлено погребенными почвами. Их возраст определялся по последовательным щелочным вытяжкам из одного и того же образца, которые содержат разновозрастную органику и дают представление о времени начала и конца формирования почвы. Однако подобная методика могла быть применена только к образцам с высоким содержанием углерода. Датировалась также древесина, захороненная в почве или тефре, перекрывающей почву. Образцы углей были взяты из отложений пирокластических потоков.

На рис. 1, 2 приведены разрезы почвенно-пирокластических чехлов, из которых отбирались образцы для датирования, а на рис. 3 показано их положение на местности. На разрезах рис. 2 дана привязка дат к конкретным горизонтам. Соответствующим значком указано, по какому материалу получена дата — углю, древесине или погребенной почве. Слева нанесен масштаб, позволяющий определить глубину взятия образца. В рамках показаны даты, полученные по последовательным щелочным вытяжкам из одного и того же образца почвы, причем на разрезы нанесены лишь крайние значения возраста, а все полученные даты даны в табл. 1, 2. Использовалась константа 5568 лет, никакие поправки не вводились. На рис. 1 радиоуглеродные даты снесены на сводные разрезы почвенно-пирокластических чехлов подножий вулканов Карымский и Малый Семячик для облегчения сопоставления датировок между собой.

Рассматривая результаты радиоуглеродного датирования в целом, следует отметить некоторые особенности методики их интерпретации. Нормальная последовательность дат, полученных по погребенным почвам, с постепенным удревнением сверху вниз по разрезам их значений, отсутствие среди них существенных «выбросов» и инверсий показывает, что эти даты близки к истинному радиоуглеродному возрасту. Основываясь на этом, можно полагать, что в почвенно-пирокластических чехлах почвы являются благоприятным объектом для радиоуглеродного датирования вследствие консервации их при погребении пирокластикой и краткости жизни отдельных горизонтов. Критерием надежности датирования является также отсутствие больших отклонений возраста для образцов одной и той же почвы, взятой по простиранию в нескольких, иногда существенно удаленных друг от друга разрезах. Это особенно хорошо видно на примере серии дат в разрезах подножия вулкана Карымский для горизонта почвы между транзитным пеплом 3 и горизонтом шлака, а в разрезе вулкана Малый Семячик — для почв 4, 6 и 7.

В то же время видно, что для ряда последовательных гумусовых горизонтов мощной почвы значения возраста самой молодой вытяжки для нижележащего горизонта часто оказываются меньшими, чем значения для самой древней вытяжки вышележащего горизонта. Такая картина наблюдается в нижней части почв 3 и 4 в колонке вулкана Малый Семячик, в почве верхней части разреза вулкана Карымский (выше и ниже слоя ПЗ₆) и в нижней части этого же разреза под слоем пирокластики К. Повидимому, это может быть связано с миграцией молодого гумуса вниз. Такая миграция может быть особенно существенной, когда гумусированные горизонты разделены немногочисленными маломощными

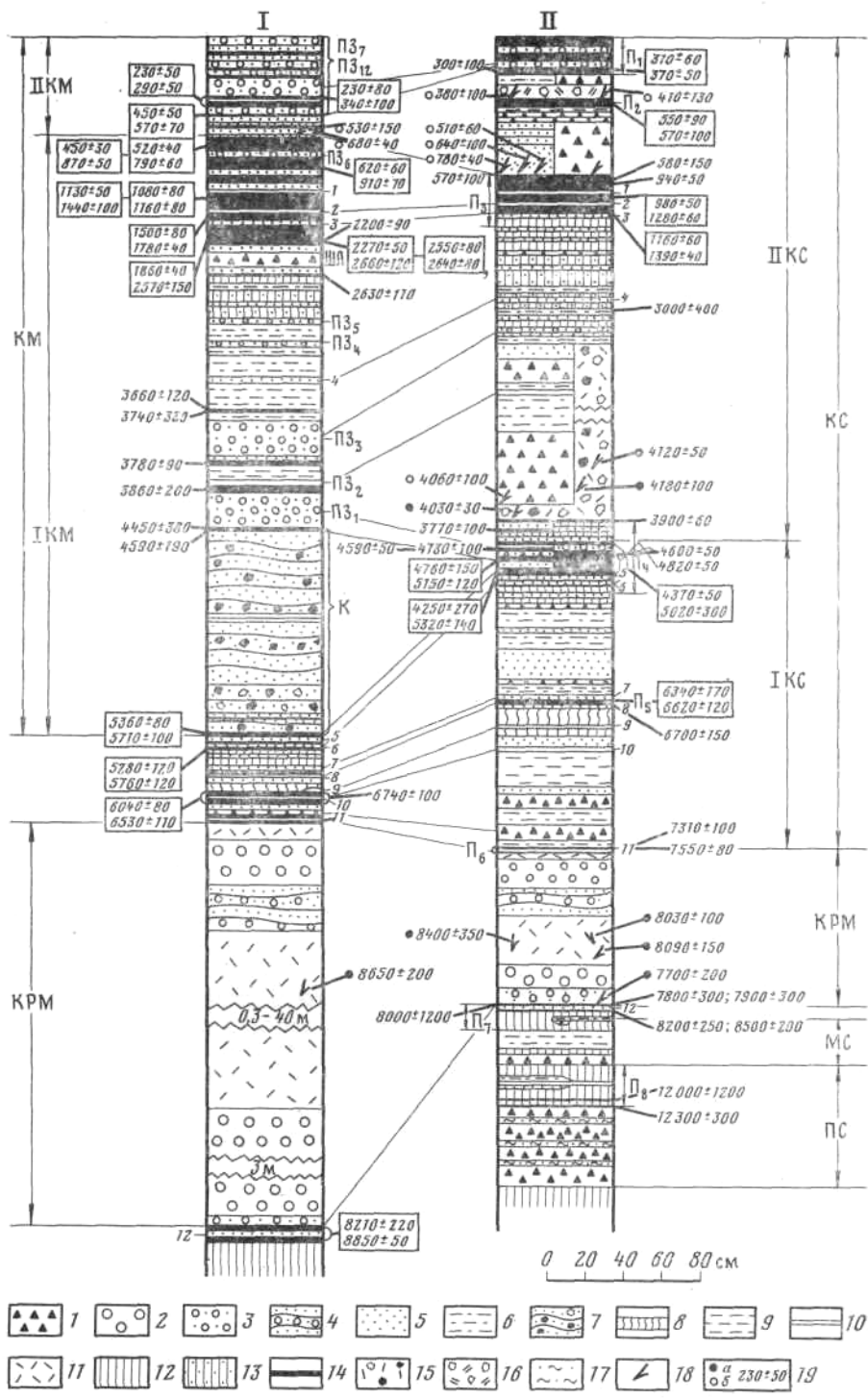


Рис. 1

прослоями пеплов, составляя в целом одну достаточно мощную пачку (почвы 3 и 4 на вулкане Малый Семячик, почвы в верхней и нижней частях разреза вулкана Карымский). В то же время видно, что для тех же гумусированных горизонтов значения возраста по самым древним вытяжкам постоянно больше для каждого нижележащего горизонта, т. е. возраст почвенных горизонтов по этим вытяжкам закономерно удревняется сверху вниз.

В некоторых случаях даты для одного и того же почвенного горизонта показывают существенные расхождения. Так, для почвы 5 в разрезе вулкана Малый Семячик были в свое время [8, 9] получены две даты порядка 5700 лет назад и одна дата 6700 лет назад. Из них предпочтение было отдано совпавшим более молодым датам. Однако новые датировки (обр. ИВ АН-281, табл. 2) для повторно отобранных с максимальной тщательностью образцов из той же почвы показали значения возраста, близкие к 6500 годам. Повидимому, две ранее полученные даты были омоложены вследствие загрязнения молодым гумусом. Ранее в работе [9] была приведена дата 21600 ± 500 лет для почвы в основании пирокластического чехла на вулкане Малый Семячик в точке 125, которая не получила геологического объяснения. Повторный отбор образцов и датирование этой почвы показали возраст, близкий к 8000 лет назад, что хорошо согласуется с датами для той же почвы в других разрезах.

Хорошую сходимость показывают даты по разным образцам древесины, если почва, содержащая эту древесину, достаточно маломощна (почва 2 на вулкане Малый Семячик). В случае же мощных почв (почва 3 на вулкане Малый Семячик и почва, включающая ПЗ₆, на Карым-ском) отобранная из них древесина дает даты с разбросом 100—300 лет. Однако они укладываются в возрастной диапазон значений, полученных для верхнего горизонта рассматриваемой почвы (над транзитным пеплом I и ПЗ₆).

Закономерная последовательность дат по разрезу, хорошая сходимость их для разных точек одних и тех же горизонтов свидетельствуют о надежности полученных датировок и об отсутствии существенного отклонения получаемого возраста от истинного радиоуглеродного под влиянием «мертвой» СО₂ активно живущих вулканов. Однако в тех случаях, когда для датирования берутся угли из отложений пирокластических потоков, получаемые по ним даты оказываются задревненными по сравнению с возрастом подстилающих почвенных горизонтов. Таковы даты 8400 и 8600 лет для углей из пирокластических потоков кальдеры

Рис. 1. Сводные разрезы отложений почвенно-пирокластического чехла подножий вулканов Карымский (I) и Малый Семячик (II). 1 — бомбы, лапилли, гравий шлака; 2 — бомбы, лапилли, гравий пемзы; 3 — пемзовые лапилли и грубый пепел; 4 — стратифицированная пемзовая тефра: лапилли, грубый пепел; 5 — грубый пепел; 6 — грубые пеплы стратифицированные; 7 — стратифицированные грубые пеплы с примесью бомб, лапилли, резургентного материала (пирокластика начальных извержений вулкана Карымский); 8 — охристый горизонт — окисленные серые и желтые грубые пеплы; 9 — тонкослоистые тонкие и грубые пеплы; 10 — тонкий пепел; 11 — отложения пирокластических потоков и тонкий пепел кальдерообразующего извержения вулкана Карымский; 12 — супеси; 13 — супеси с примесью грубого пепла; 14 — погребенные почвы; 15 — отложения пирокластического потока кайно-Семячика; 16 — взрывные отложения; 17 — грубые пеплы переотложенные; 18 — древесина; 19 — радиоуглеродные даты: а — по углю, б — по древесине; остальные — по погребенным почвам; КРМ — комплекс отложений; связанных с кальдерообразующими извержениями вулкана Карымский; КМ — комплекс отложений вулкана Карымский; ПС — комплекс отложений палео-Семячика; МС — мезо-Семячика; КС — кайно-Семячика; 1КМ, 1КМ, 1КС, 1КС — отложения крупных циклов активности вулкана Карымский и кайно-Семячика. Маркирующие прослои тефры; П13i—П13II — горизонты пемзовой тефры вулкана Карымский; К — пирокластика начальных извержений вулкана Карымский; ШЛ — прослой шлака вулкана Карымский; 1 — 12 — прослои транзитных пеплов: Г^—П₈ — погребенные почвы в разрезе вулкана Малый Семячик

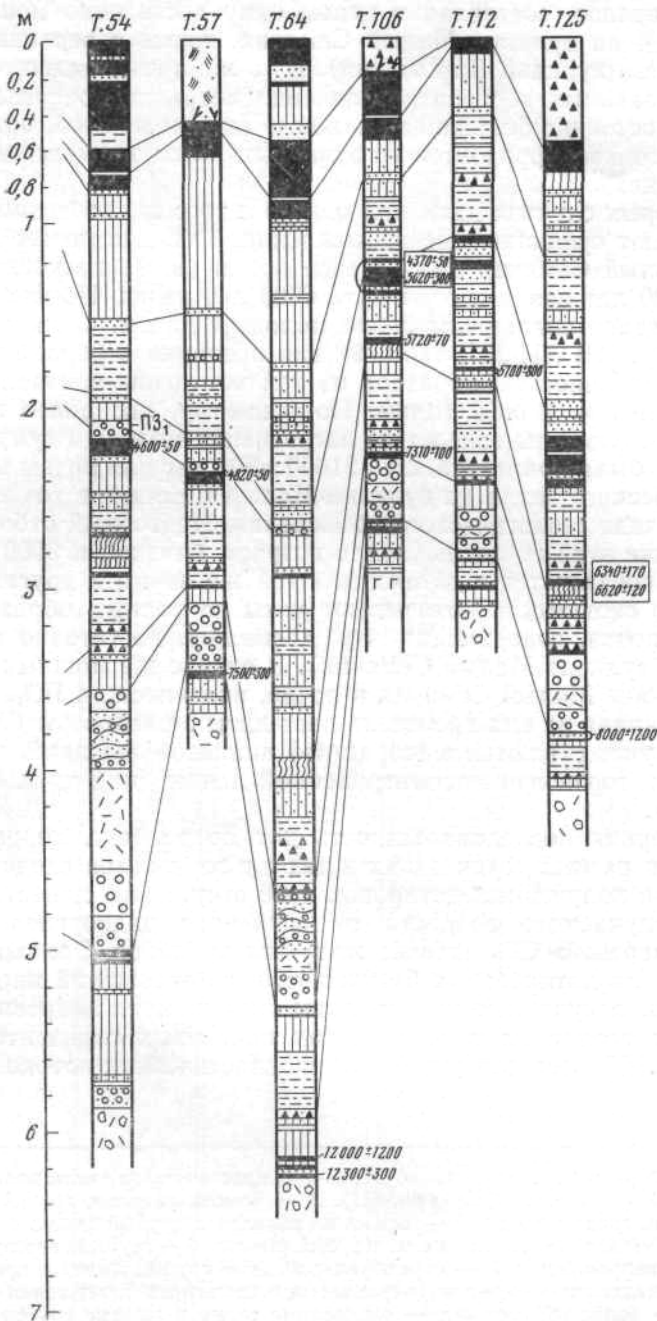


Рис. 2

вулкана Карымский (при возрасте подстилающего почвенного горизонта 7800—7900 лет) и даты порядка 4120 и 4180 лет для углей из пирокластического потока вулкана кайно-Семячик при возрасте подстилающей почвы 3900 лет. По-видимому, задревнение связано с захватом разных порций ювенильного вулканического углерода из углекислоты горячего газонасыщенного материала потоков. В то же время дата по углям из выпавших холодными лапилли (7700 лет) в основании комплекса кальдерной пирокластике близка к ^{14}C -возрасту для подстилающего почвенного горизонта. Здесь обугливание древесины было связано, видимо, с

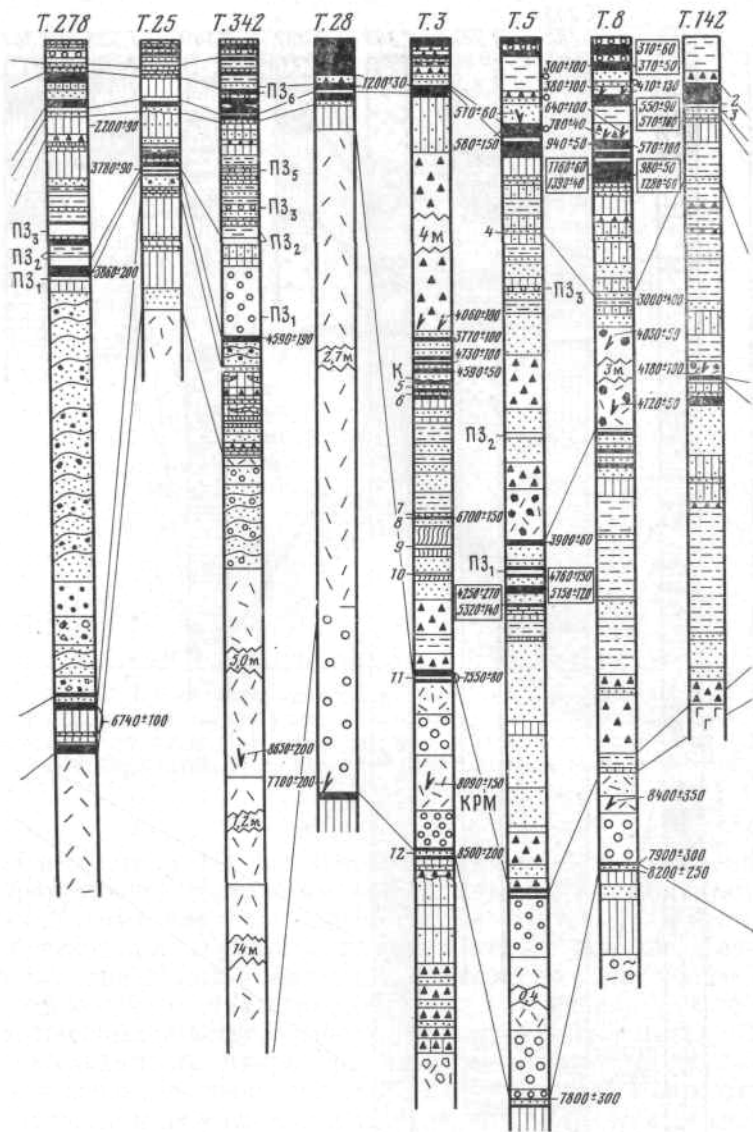


Рис. 2

последующим прогревом от перекрывающих отложений мощного пирокластического потока, при этом менее сильном воздействии адсорбции вулканического углерода не произошло. Возможно, что дата 1500 ± 200 лет (ИВ АН-202, см. табл. 1) для углей в верхней почве, содержащей транзитный пепел 1 с возрастом около 1000 лет, также отражает задревнение, связанное с захватом древесиной «мертвой» углекислоты в процессе обугливания.

Тефростратиграфическая увязка разрезов дает неопределимую возможность контроля получаемых результатов путем сопоставления дат для одних и тех же горизонтов в разрезах подножий вулканов Карымский и Малый Семячик. Их идентификация осуществлялась непосредственным прослеживанием пепловых слоев по профилю между вулканами. Важнейшим признаком корреляции при таком прослеживании является последовательность пепловых слоев, отличающихся индивидуальными свойствами: цветом, мощностью, гранулометрическим, химическим и ми-

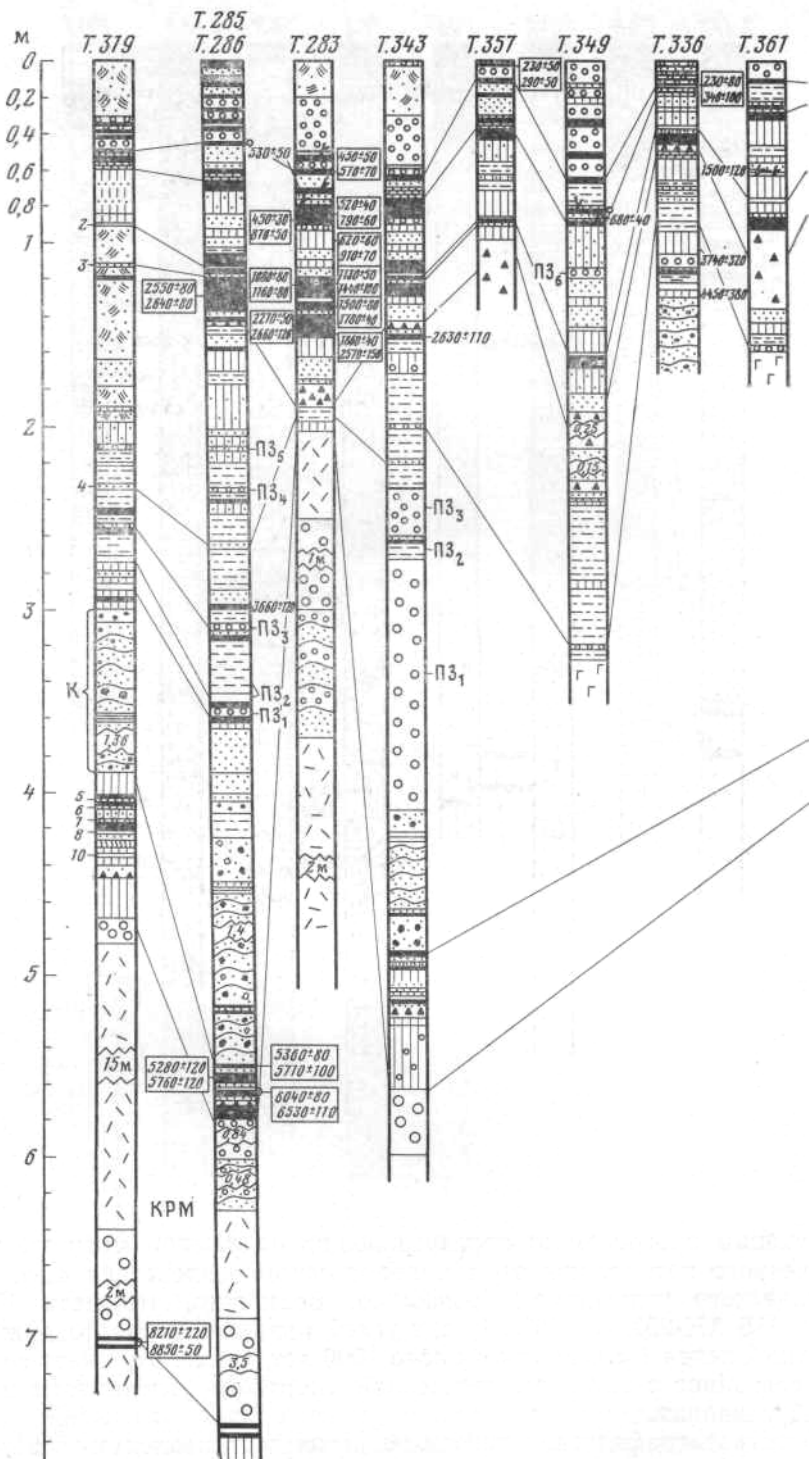


Рис. 2. Разрезы почвенно-пирокластических чехлов подножия вулканов Карымский и Малый Семьячик. Условные обозначения см. на рис. 1.

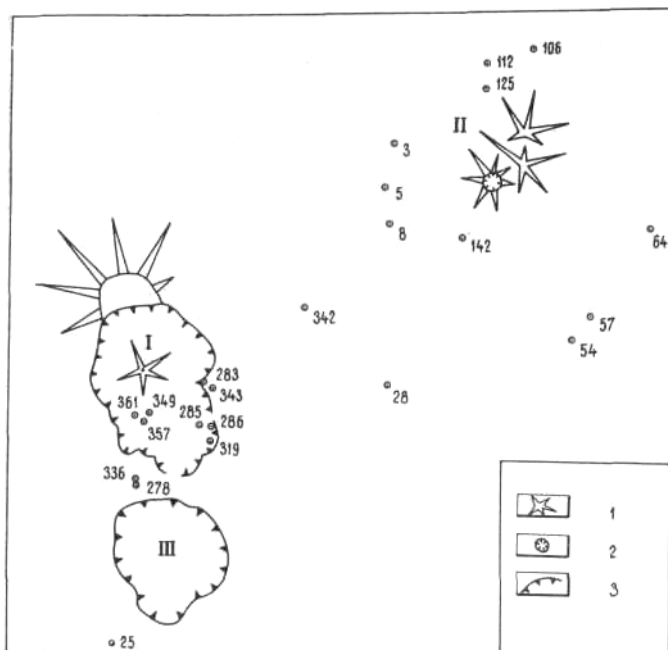


Рис. 3. Схема расположения разрезов почвенно-пирокластических чехлов, из которых взяты образцы для датирования. I — стратовулканы; 2 — кальдеры; 3 — уступы кальдер; I — вулкан Карымский, II — вулкан Малый Семячик, III — кальдера оз. Карымское

неральным составом. На рис. 1 корреляция разрезов проведена по главным маркирующим горизонтам тефры, которые присутствуют в обеих колонках. Такими маркирантами являются прослойки транзитных пеплов, а также некоторые горизонты пемзовой тефры вулкана Карымский и шлаков вулкана Малый Семячик. Сравнение дат для почвенных горизонтов одинакового стратиграфического положения (т. е. фактически для разобщенных участков единых горизонтов) показывает в целом хорошую их сходимость: например, для верха почвы 3 на вулкане Малый Семячик и почвы, включающей слой ПЗ₆ на вулкане Карымский, а также для древесины из этих же горизонтов, для почвы между транзитными пеплами 1 и 2, для почвы под слоем тефры ПЗ₇ под слоем К, для почвенных горизонтов под пирокластикой извержений, связанных с образованием кальдеры вулкана Карымский.

В некоторых случаях датировки для одних и тех же почвенных горизонтов отличаются в разрезах вулканов Карымский и Малый Семячик. Таковы даты для почвенного горизонта между транзитными пеплами 2 и 3. По-видимому, ближе к истинным даты в разрезе подножия вулкана Карымский, поскольку в ряде других разрезов [5, 7, 10] Восточной вулканической зоны под транзитным пеплом 2 (пепел вулкана Опала) также получены даты порядка 1400—1500 лет.

По результатам датирования можно принять ориентировочный радиоуглеродный возраст для некоторых транзитных прослоев тефры: слоя 1—около 1000 лет назад, слоя 2 — (пепел вулкана Опала) — около 1400—1500 лет назад, слоя 3 (пепел вулкана Ксудач) — около 1800 лет назад, слоя 4 (пепел вулкана Авачинский) — около 3000 лет назад, слоя 5 (пепел вулкана Авачинский) и слоя 6—5500—5600 лет назад, слоя 11 —около 7400 лет назад, слоя 12 — около 8000 лет назад. Слой 10 является пеплом вулкана Хангар и в колонке вулкана Малый Семячик имеет возраст древнее 6700 лет назад. В разрезах подножия вулкана

Радиоуглеродные даты отложений почвенно-пирокластического чехла подножия вулкана Малый Семячик

№№ п/п	Стратиграфический горизонт и материал, взятый для датирования	Датируемое событие	Глубина взятия образца, м	Радиоуглеродный возраст, лет назад	№ образца	№ точки разреза
1 2	Почва 1, нижний гумусовый горизонт	Начало периода относительного ослабления активности вулкана кайно-Семячик	0,14 0,14	300±100 310±60 _I 370±50 _{II+III}	ГИН-1160 ИВ АН-268 ^a ИВ АН-268 ^b	8, отбор 1973 г. 8, отбор 1978 г.
3 4	Древесина из черных вулканических песков, погребаяющих почву 2	Крупное извержение вулкана кайно-Семячик	0,32 0,34	380±100 410±130	ГИН-1039 ГИН-1052	8 8
5	Почва 2	Период покоя, разделяющий два сильных извержения вулкана кайно-Семячик	0,36	550±90 _I 570±100 _{III}	ИВ АН-269 ^a ИВ АН-269 ^b	8 8
6 7	Древесина из почвы 3 и погребаяющих ее вулканических песков	Крупное извержение вулкана кайно-Семячик	0,50 0,60	510±60 640±100	ИВ АН-275 ГИН-1041	5 8
8 9			0,62 0,62	780±40 940±50	ИВ АН-270 ^a ИВ АН-270 ^b	8 8
10 11			0,52 0,60	580±150 570±100	ГИН-1368 ИВ АН-270	13 8
12 13	Почва 3, средний гумусовый горизонт между транзитными пеплами 1 и 2	Период покоя в деятельности вулкана кайно-Семячик	0,65	1260±70 _I 1250±60 _{III}	ИВ АН-272 ^a ИВ АН-272 ^b	8
			0,67	980±50 _{II} 1060±60 _{III} 1280±60 _I	ИВ АН-273 ^a ИВ АН-273 ^b	8
14	Почва 3, нижний гумусовый горизонт между транзитными пеплами 2 и 3		0,70	1160±60 _{III} 1300±80 _{II} 1390±40 _I	ИВ АН-274 ^a ИВ АН-274 ^b ИВ АН-274 ^b	8

15	Растительный детрит в черных вулканических песках	Серия слабых извержений в периоде некоторого относительного ослабления активности вулкана кайно-Семячик	1,46	3000±400	ГИН-1066	8
16	Угли из пирокластического потока вулкана кайно-Семячик	Крупные извержения вулкана кайно-Семячик с образованием пирокластического потока и выбросами шлака в начале этапа II КС	1,7	4030±30	ГИН-1040	8
17			5,0	4120±50	ГИН-1053	9
18			1,84	4180±100	ГИН-1051	142
19	Древесина из шлаков, погребавших пачку почв 4		5,6	4060±100	ГИН-1042	3
20	Пачка погребенных почв 4, серия гумусированных горизонтов	Период покоя и относительного ослабления вулканической активности вулкана кайно-Семячик в конце этапа I КС	2,80	3900±60	ИВ АН-276	5
21			5,70	3770±100	ГИН-1043	3
22			5,82	4730±100	ГИН-1044	3
23			5,86	4590±50	ГИН-1045	3
24			3,06	4760±150 _I	ИВ АН-279 ^a	5
				4830±120 _{III}	ИВ АН-279 ^b	
				5150±120 _{II}	ИВ АН-279 ^b	
25			2,24	4600±50	ГИН-1168	54
26			2,44	4820±50	ГИН-1170	57
27			1,30	4370±50 _I	ГИН-1050 ^a	106
				4800±140 _{II}	ГИН-1050 ^b	
28			3,16	5020±300 _{III}	ГИН-1050 ^b	
				4250±270 _I	ИВ АН-281 ^a	5
		5320±140 _{II+III}	ИВ АН-281 ^b			
29	Почва 5	Короткий период покоя в деятельности вулкана кайно-Семячик в середине этапа I КС	1,70	5720±80	ГИН-1054	106
30			1,88	5700±800	ГИН-1374	112
31			3,04	6340±170 _I	ИВ АН-281 ^a	125
				6420±140 _{II}	ИВ АН-281 ^b	
				6620±120 _{III}	ИВ АН-281 ^b	
32			6,68	6700±150	ГИН-1046	3

Таблица 2 (окончание)

№№ г/п	Стратиграфический горизонт и материал, взятый для датирования	Датируемое событие	Глубина взятия образца, м	Радиоуглеродный возраст, лет назад	№ образца	№ точки разреза
33 34	Почва 6	Конец периода покоя, непосредственно предшествующий началу формирования вулкана кайно-Семячик	2,32 7,58	7310±100 7550±80	ГИН-1055 ГИН-1047	106 3
35	Угли из нижнего горизонта лапилли комплекса КРМ	Извержения, с которыми связано формирование кальдеры вулкана Карымский	28,0	7700±200	ГИН-844	28
36 37	Угли из отложений пирокластических потоков комплекса КРМ		8,10 7,24	8030±100 8090±150 8400±350	ГИН-1171 ГИН-1162 ^a ГИН-1162	146 3 8
38 39	Почва 7, гумусированный горизонт над транзитным пеплом 12	Период покоя, предшествующий формированию кальдеры вулкана Карымский после завершения деятельности в. мезо-Семячик	6,26 7,56	7800±300 7900±300	ГИН-1049 ГИН-1163	13 8
40 41 42	Почва 7, гумусированный горизонт под транзитным пеплом 12		7,60 8,54 3,88	8200±250 8500±200 8000±1200	ГИН-1164 ГИН-1048 ГИН-1371	8 3 125
43 44	Почва 8, гумусированные горизонты в низах почвы		Период ослабления активности в конце деятельности вулкана палео-Семячик	6,20 6,30	12000±1200 12300±300	ГИН-1376 ГИН-1375

Примечание. I, II, III — последовательные щелочные вытяжки из одного и того же образца почвы; положение и индексы маркирующих и транзитных прослоев тefры на рис. 1.

Крашенинникова [10] этот же пепел датируется временем около 6900 лет назад. Установление таких маркирующих прослоев в разрезах прилегающих районов дает возможность использовать их как хронологические реперы для датирования и корреляции различных отложений и форм рельефа.

В настоящем сообщении только приведены радиоуглеродные даты для разрезов подножий вулканов Карымский и Малый Семячик. В табл. 1, 2 указаны также основные события в истории формирования вулканов, которые датируются этими возрастными определениями. Применение получаемых датировок для более детальных реконструкций вулканического процесса (определения возраста вулканов, длительности периодов их активизации и периодов покоя, датирования крупнейших извержений и т. п.), как уже говорилось выше, показано в специальных работах [2, 3, 8, 9]. Коррекция приведенных дат для вулканических реконструкций и для сопоставления с палеогеографическими, палеоклиматическими и т. п. построениями голоцена проводится обычным порядком [1, 12].

В комплексе с тифрохронологическими работами проводились палинологические исследования [4, 9]. Послойное палинологическое изучение почвенно-пирокластического чехла показало, что пыльцу и споры содержат почти все его горизонты, кроме мощных прослоев вулканических песков и лапилли, отвечающих крупным и кратковременным выбросам в период извержения вулкана. Спорово-пыльцевые спектры каждого горизонта синхронны времени его образования и отражают как локаль* ные, так и региональные черты растительного покрова. Изменения состава спорово-пыльцевых спектров связаны главным образом с климатическими колебаниями.

Анализ палинологических данных позволил выделить для голоцена Восточной Камчатки пять фаз развития растительности, а приведенные многочисленные радиоуглеродные даты дали возможность определить временные рамки этих фаз и привязать их к периодам шкалы Блитта-Сернандера¹ (рис. 4). Фаза I — развитие травянисто-кустарничковых сообществ с локальным распространением кустарниковой растительности — 10300—9200 лет назад. Фаза II — развитие кустарниковых формаций преимущественно из ольхового стланика с участием березовых лесов — 9200—6000 лет назад. Фаза III — максимальное для голоцена распространение березовых лесов при общем преобладании в растительном покрове кустарниковых формаций из ольхового и кедрового стланика — 6000—4500 лет назад. Фаза IV — преобладание кустарниковых формаций из ольхового и кедрового стланика — 4500—2500 лет назад. Фаза V — распространение березовых лесов при общем преобладании кустарниковых формаций из ольхового и кедрового стланика — 2500 лет назад — настоящее время.

Выделенные фазы развития растительности, характеризующиеся определенными палинологическими комплексами, позволяют расчленить голоцен Восточной Камчатки на пять стратиграфических горизонтов, каждый из которых получил четкую привязку к абсолютной хронологической шкале. Характерными особенностями палинологических комплексов являются: незначительное содержание пыльцы кустарниковых растений при доминировании спор плаунов (*Lycopodiaceae*) в холодные периоды позднего ледниковья и начала голоцена; абсолютное господство пыльцы ольхового стланика (*Alnaster*) в бореальное время (BO) и в первой половине атлантического (AT₁); появление пыльцы березы древесной (*Betula sect. Costatae*) и кедрового стланика (*Pinus pumila*) во второй половине атлантического периода (AT₂); уменьшение процента

¹ Периодизация голоцена дана по модифицированной схеме Блитта-Сернандера с уточнениями Н. А. Хотинского для Северной Евразии [11].

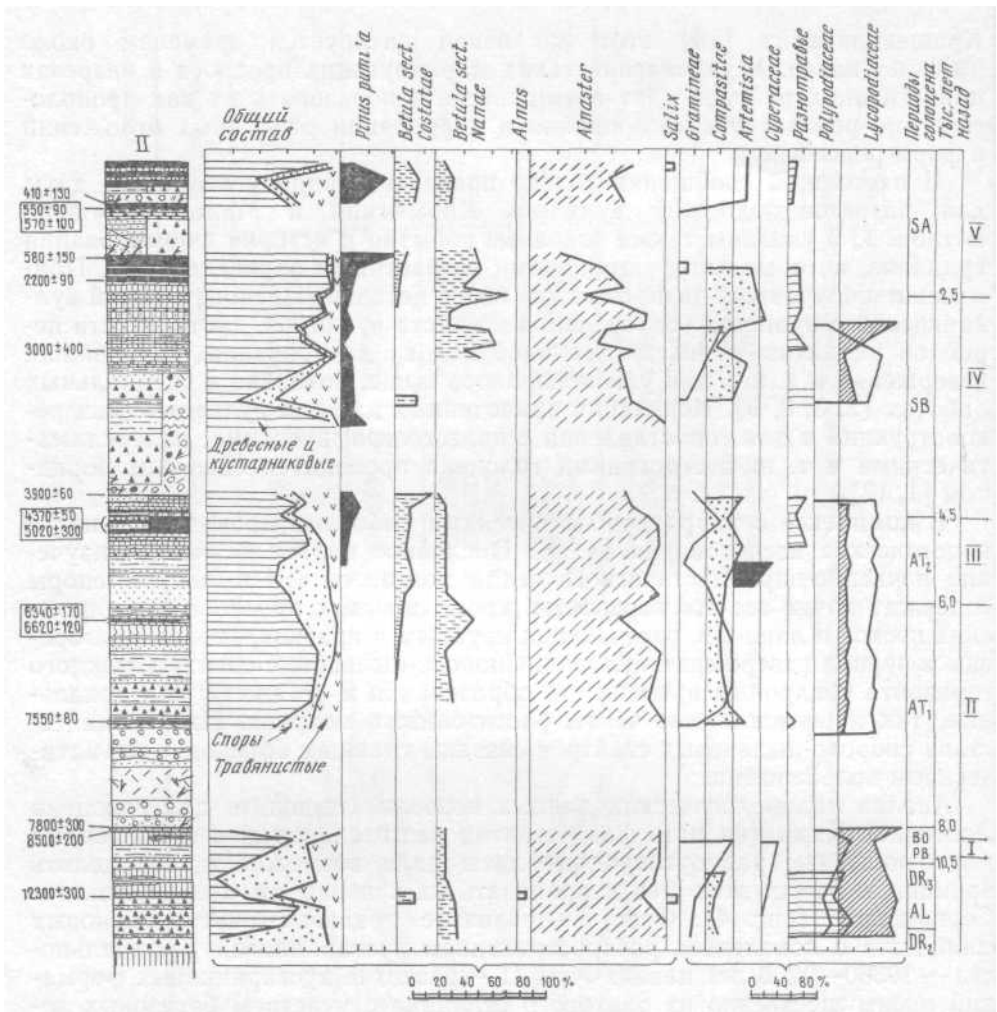


Рис. 4. Сводная спорово-пыльцевая диаграмма для почвенно-пирокластического чехла подножия вулкана Малый Семячик. SA, SB, AT, BO, PB — субатлантический, суббореальный, атлантический, бореальный, предбореальный периоды голоцена AL, DR — аллеред, дриас. I—V — фазы развития растительности

участия пыльцы березы древесной до полного исчезновения в суббореальное похолодание (SB); новое увеличение содержания пыльцы березы древесной в спектрах субатлантического периода (SA).

Особенно четко выделяется стратиграфический горизонт, соответствующий климатическому оптимуму голоцена в интервале 4500—6000 лет назад и характеризующийся значительным распространением березовых лесов.

Нижняя граница голоцена определяется по началу распространения кустарниковых формаций после значительного похолодания в конце позднеледниковья (дриас-3). Она лежит на уровне 10,3—10,5 тыс. лет, что хорошо согласуется с общепринятыми представлениями. На уровне 12 тыс. лет в разрезе фиксируется потепление позднеледникового времени, соответствующее аллереду.

Датированная спорово-пыльцевая диаграмма (см. рис. 4) подножия вулкана Малый Семячик является эталонной для обширного региона Восточной вулканической зоны. Выделенные палинологические комплексы, привязанные к временной шкале, позволяют проводить по ним корреляцию разрезов в ее пределах, а также решать обратную задачу —

датировать отложения почвенно-пирокластических чехлов в тех случаях, когда ^{14}C -датирование невозможно вследствие отсутствия в отложениях органики [3]. Кроме того, палинологический материал позволяет реконструировать палеогеографическую обстановку времени формирования вулканов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Арсланов Х. А.* О поправках к радиоуглеродному возрасту//Геохимия. 1978. С. 1157—1164.
2. *Брайцева О. А., Литасова С. Н.* О возрасте вулканов Карымский и Малый Семячик// Вулканология и сейсмология. 1982. № 3. С. 92—96.
3. *Брайцева О. А., Егорова И. А., Сулержицкий Л. Д.* Тефрохронологические исследования вулкана Карымский//Вулканология и сейсмология. 1979. № 1. С. 48—59.
4. *Брайцева О. А., Егорова И. А., Сулержицкий Л. Д.* Тефрохронологические и палинологические исследования в районах активного вулканизма//Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1983. № 6. С. 84—91.
5. *Брайцева О. А., Литасова С. П., Пономаренко А. К.* Применение тефрохронологических методов для датирования опорной стоянки на Восточной Камчатке//Вулканология и сейсмология. 1985. № 5. С. 92—96.
6. *Брайцева О. А., Сулержицкий Л. Д., Литасова С. Н., Гребзды Э. И.* Радиоуглеродные даты отложений голоценовых почвенно-пирокластических чехлов Ключевской группы вулканов//Вулканология и сейсмология. 1984. № 2. С. ПО—115.
7. *Брайцева" О. А., Флоренский И. В., Пономарева В. В., Литасова С. П.* История активности вулкана Кихпинич в голоцене//Вулканология и сейсмология. 1985. № 6. С. 3—19.
8. *Брайцева О. А., Егорова И. А., Несмачный И. А. и др.* Тефрохронологические исследования как метод изучения закономерностей циклического развития вулкана//Бюл. вулканол. станций. 1978. № 54. С. 41—53.
9. Вулканический центр: строение, динамика, вещество (Карымская структура). Т. I. М.: Наука, 1980. 300 с.
10. *Пономарева В. В.* Вулкан Крашенинникова: история формирования и динамика активности//Вулканология и сейсмология. 1987. № 5. С. 28—45.
11. *Хотинский Н. А.* Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1987. 198 с.
12. *Klein J., Lerman J. C., Damon P. E., Ralph E. K.* Calibration of radiocarbon dates: Tables based on the consensus data of the Workshop on Calibrating the Radiocarbon Time Scale//Radiocarbon. V. 24. № 2. 1982. P. 103—150.