

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ ГОЛОЦЕНОВОЙ ТЕФРЫ И ВЛИЯНИЕ ПЕПЛОПАДОВ НА СТАНОВЛЕНИЕ ЛАНДШАФТОВ СРЕДНИХ И СЕВЕРНЫХ КУРИЛ

Н. Г. Разжигаева<sup>1</sup>, Х.А. Арсланов<sup>2</sup>, Л.А. Ганзей<sup>1</sup>, А.В. Рыбин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, e-mail: nadyar@tig.dvo.ru

<sup>2</sup>Факультет географии и геоэкологии СПбГУ, Санкт-Петербург, e-mail: arslanovkh@mail.ru

<sup>3</sup>Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, e-mail: rybin@imgg.ru

Средние и Северные Курилы представляют большой интерес для палеореконструкций. На островах расположены вулканы, проявлявшие активность в голоцене [Горшков, 1967; Камчатка..., 1974; Новейший..., 2005], история их активизации пока слабо изучена. Остается не решенным вопрос, какова роль вулканических извержений в развитии ландшафтов небольших островов, и как они влияют на изменение растительности на фоне климатических изменений. В 2006-2008 гг. на Средних и Северных Курилах были проведены комплексные экспедиции [Левин и др., 2007, 2008, <http://depts.washington.edu/ikip/index.shtml>]. Разрезы голоценовых отложений изучались практически на всех крупных островах, в них обнаружены многочисленные прослои вулканических пеплов, изучение которых включало микрозондовый анализ вулканического стекла и пироксенов (Радиевский институт им. В.Г. Хлопина, г. Санкт-Петербург), химический состав валовой пробы (ДВГИ ДВО РАН), гранулометрический анализ на «Analysette 22» (ТОИ ДВО РАН, г. Владивосток). Радиоуглеродные даты получены в ГИН РАН (г. Москва, индекс ГИН) и СПбГУ (г. Санкт-Петербург, индекс ЛУ) по растительным остаткам, нерастворимым в щелочи, и гуминовым кислотам, выделенным из щелочной вытяжки. Калибровка радиоуглеродных дат проведена в лаборатории СПбГУ на основании калибровочной программы "CalPal" Кёльнского университета 2006 года, авторы В. Weninger, О. Joris, U. Danzeglocke [[www.calpal.de](http://www.calpal.de)], даты с индексом ГИН – по программе OxCal 3.9, автор В. Ramsey [[www.ncsu.edu/project/archae/enviro\\_radio](http://www.ncsu.edu/project/archae/enviro_radio)].

Для реконструкции развития природной среды в голоцене одним из наиболее информативных разрезов является торфяник, обнаруженный на юге о. Кетой (Средние Курилы). Остров (площадь 71 км<sup>2</sup>) представляет собой одну из наиболее сложно устроенных вулканических построек на Курильских островах, образованную несколькими разновозрастными вулканами. В центральной части острова расположен влк. Палласа (высота 993 м), неоднократно извергавшийся в историческое время [Курильские..., 2004], в западной части – частично разрушенный влк. Кетой (высота 1172 м), в центре постройки находится древняя кальдера, занятая оз. Малахитовым. Возраст вулканов – от позднего плейстоцена до голоцена [Горшков, 1967; Новейший..., 2005]. Большинство изученных торфяников расположены на плато в юго-восточной части острова. Мощность торфа, как правило, не превышает 1.1 м. В качестве опорного был выбран наиболее глубокий (мощность 2.83 м) и содержащий наибольшее количество пепловых прослоев разрез торфяника 4006, расположенный к востоку от руч. Сточный (47°18.008' с.ш., 152°30.629' в.д.). В разрезе получено 16 радиоуглеродных дат, показывающих, что накопление торфа началось около 6.4-6.5 тыс. <sup>14</sup>С л.н. В разрезе зафиксировано 24 прослоя вулканических пеплов (мощностью от нескольких миллиметров до 3 см) как от местных источников, так и удаленных вулканов. По данным химического анализа валовой пробы встречено четыре пепла дацитового состава, два андезито-базальтового, два риолитовых; остальные пеплы имеют андезитовый состав и относятся к умеренно калиевой известково-щелочной серии. 18 прослоев, по-видимому, относятся к транзитным пеплам, они сложены хорошо сортированным материалом с преобладанием частиц алевритовой размерности, большая часть предположительно образована в результате извержений вулканов о. Симушир. Полученные <sup>14</sup>С-даты позволили определить возраст нескольких извержений. Вулканический пепел, залегающий в основании разреза, представлен серым умеренно сортированным алевритом и мелкозернистым песком, вулканическое стекло характеризуется низким содержанием К<sub>2</sub>О (1.08%), SiO<sub>2</sub> (74.09%). В нижней части торфяника залегают риолитовый и два дацитовых пепла, которые представлены светло-желтым и светло-серым, почти белым, хорошо сортированным мелким алевритом. Верхний из них имеет одномодальную кривую распределения (мода 20-30 мкм), содержание фракции 0.01-0.05 мм составляет 54%, примесь песка – 10%. Пеплы включают вулканическое

стекло со средним и высоким содержанием  $K_2O$  (2.53-2.92%), высоким содержанием  $TiO_2$  (0.43-0.57%). Они имеют близкий возраст – из торфа под нижним и верхним прослоем получены  $^{14}C$ -даты 6390±100 л.н., ЛУ-5735; 6370±40 л.н., ГИН-13905. Эти пеплы имеют удаленный источник и, по-видимому, могут в дальнейшем использоваться, как маркирующие. Выше по разрезу вскрыт прослой темно-серого вулканического пепла, представленного алевритистым песком (фракции >0.1 мм 56.5%) с примесью пелита (7.1%) с бимодальной кривой распределения (моды 20-30 мкм и 100-125 мкм). По химическому составу он относится к андезитам ( $SiO_2$  58.25%) с низким содержанием  $K_2O$  (0.56%, в вулканическом стекле – 0.60%,  $SiO_2$  59.26%). Источником этого пепла могло быть сильное извержение на о. Симушир, которое произошло во второй половине среднего голоцена. На границе среднего-позднего голоцена ( $^{14}C$ -дата из подстилающего торфа 2250±80 л.н., ЛУ-5739) образовался пепел, сложенный умеренно сортированным крупнозернистым песком с бимодальной кривой распределения (моды 0.5-0.63, 0.8-1 мм). В позднеголоценовой части разреза обнаружен прослой риолитового вулканического пепла, сложенного светло-желтым алевритом (фракции 0.01-0.05 мм 37.5%) с бимодальной кривой распределения (моды 20-30; 80-90 мкм) с примесью песка (до 26.5%). Вулканическое стекло отличается по морфологии от других пепловых прослоев – преобладают волокнистые разности и обломки стенок крупных пузырьков. Содержание  $K_2O$  в вулканическом стекле 1.89%,  $SiO_2$  78.44%. Вулканический пепел прослеживается во всех разрезах торфяников о. Кетой и может использоваться в качестве возрастного маркера.  $^{14}C$ -дата из подстилающего пепел торфа 2110±40 л.н., ГИН-13901; из перекрывающего – 1650±70 л.н., ЛУ-5740. Этот вулканический пепел широко распространен в голоценовых разрезах Средних Курил и встречен на о. Уруп. В разрезе торфяника на побережье бух. Осьма (о. Уруп) его мощность достигает 30 см, из подстилающего торфа получена  $^{14}C$  дата-2280±90 л.н., ЛУ-5947. Предполагаемый вулканический источник находился на севере о. Итуруп. На о. Кетой в верхней части всех разрезов прослежен прослой темно-серого вулканического пепла (мощностью до 2 см) андезитового состава с низким содержанием  $K_2O$  (0.49%), сложенный хорошо сортированным песком (мода 0.25-0.315 мм). Из подстилающего торфа получена  $^{14}C$ -дата 1230±90 л.н., ЛУ-5741. Прослой тефры, которые предположительно принадлежат местным вулканам (в том числе влк. Палласа), сложены плохо сортированным песком с примесью грубого материала, всего в разрезе встречено 7 таких прослоев. По составу они относятся к андезитам и дацитам умеренно калиевой известково-щелочной серии ( $K_2O$  0.98-1.18%). В кровле некоторых разрезов торфяников встречен прослой тефры, представленный серым разнозернистым плохо сортированным песком и отвечающий одному из исторических извержений влк. Палласа.

Комплексное изучение торфяника о. Кетой показало, что ландшафты острова прошли сложный путь развития. Выделяются несколько фаз, отвечающих периодам обводнения и уменьшения увлажнения. Накопление торфа 5510-5320  $^{14}C$  л.н. совпало с началом фазы вулканической активности, сначала произошло извержение на о. Кетой, в результате которого на болоте образовался прослой грубой тефры, далее происходило неоднократное выпадение вулканических пеплов, образованных, в основном, в результате извержений вулканов о. Симушир. 5320-5180  $^{14}C$  л.н. отмечено сокращение содержания сфагновых мхов в торфе, лежащем выше прослоев вулканических пеплов, что свидетельствует о неблагоприятном влиянии пеплопадов на развитие мхов. Такой же эффект отмечен для развития растительности болот о. Хоккайдо [Notes, 2004]. Снижение обводнения болота 5180-4210  $^{14}C$  л.н. могло происходить за счет улучшения дренажа, вызванное неоднократным выпадением пеплов песчано-алевритовой размерности. Около 4090-3760  $^{14}C$  л.н. на плато отмечена кратковременная фаза развития зарослей ольховника после выпадения пепла андезибазальтового состава (мощностью до 3 см), предположительно связанного с извержением влк. Палласа. Ландшафты приобрели облик близкий к современным в последние 1230  $^{14}C$  лет.

На о-вах Ушишир получена  $^{14}C$ -дата 2310±50 л.н. (ЛУ-5939) из прослоя торфянистого алеврита, перекрытого мощной пачкой тефры, вскрытой в берегу обрыве в северной части о. Янкича.

В центральной части острова о. Расшуа был изучен разрез озерно-болотных отложений, расположенный в древней кальдере. Торфяник, включающий многочисленные пепловые прослои, залегает на голубовато-серых плотных неслоистых глинах. Процесс торфообразования начался в среднем голоцене ( $^{14}C$ -даты из нижней части торфяника 6790±40

л.н., ГИН-13912;  $6930 \pm 120$  л.н., ЛУ-5756). В разрезе встречено 17 прослоев тефры разного состава, мощность их меняется от нескольких миллиметров до 32 см. Наиболее мощный прослой грубой тефры залегает в верхней части разреза, вулканическое стекло характеризуется высоким содержанием  $\text{SiO}_2$  (77.04%) и низким  $\text{K}_2\text{O}$  (0.96-1.02%). Этот прослой тефры хорошо прослеживается во всех разрезах торфяников и почвенно-пирокластических чехлов в южной части о. Расшуа и, вероятно образовался в результате извержения на о. Янкича. Большинство прослоев вулканических пеплов из торфяника в древней кальдере о. Расшуа имеют средний состав, характеризуются хорошей сортировкой материала и, вероятно, являются транзитными. Вулканический пепел, представленный алевритом, из верхней части торфяника близок по химическому и гранулометрическому составу к риолитовому пеплу, хорошо выраженному в разрезах позднеголоценовых торфяников и почв о. Кетой. Мощный пепел (16 см) в средней части разреза сложен темно-коричневым мелкозернистым хорошо сортированным песком,  $^{14}\text{C}$ -дата из подстилающего торфа  $4160 \pm 50$  л.н., ГИН-13908. Возможно, выпадение этого пепла привело к перерыву в торфонакоплении, о чем свидетельствует  $^{14}\text{C}$  дата из перекрывающего торфа  $2970 \pm 80$  л.н., ЛУ-5757. Два маломощных пепловых прослоя в среднеголоценовой части разреза, залегающих с интервалом 2 см, по химическому составу стекла хорошо сопоставляются с двумя вулканическими пеплами из нижней части торфяника о. Кетой (разрез 4006) и, возможно, имели один источник. Из торфа, залегающего под верхним из них на о. Расшуа получена  $^{14}\text{C}$ -дата  $6120 \pm 40$  л.н., ГИН-13911. Распределение прослоев пеплов по разрезу говорит о том, что вулканическая активность и ее влияние на разные компоненты ландшафтов возрасла в позднем голоцене.

На о. Матуа изучен разрез торфяника на побережье бух. Айну, включающий многочисленные прослои тефры влк. Сарычева, который был чрезвычайно активным в позднем голоцене. Из торфа в основании разреза получена  $^{14}\text{C}$ -дата  $2310 \pm 60$  л.н., ЛУ-5931.

На о. Шиашкотан изучен разрез торфяника около м. Гротового в долине временного водотока на высоте около 60 м, пять  $^{14}\text{C}$  дат показывают, что накопление торфа началось в среднем голоцене. Торфяник включает шесть прослоев вулканических пеплов. Три нижних слоя сложены разнородным плохо сортированным песком, предположительно они образовались в результате извержений вулканов о. Шиашкотан. Два нижних прослоя тефры подстилаются торфом с  $^{14}\text{C}$ -датами  $3790 \pm 80$  л.н., ГИН-13916 и  $3670 \pm 40$  л.н., ГИН-13915 (калиброванный возраст 2470-1970 BC и 2200-1920 BC). Выше залегает мощный (9 см) пепел с включениями грубого материала, который отложился около 1000 л.н. BC ( $^{14}\text{C}$ -даты из нижележащего торфа  $2870 \pm 40$  л.н., ГИН-13914, из перекрывающего торфа  $2330 \pm 80$  л.н., ЛУ-5749). Вулканическое стекло из данного прослоя при высоком содержании  $\text{SiO}_2$  (76.4-77.02%) отличается пониженным содержанием  $\text{K}_2\text{O}$  (1.52-1.57%). Верхние три маломощных прослоя вулканических пеплов сложены светло-серым алевритом, нижние из них образованы в результате извержений следовавших одно за другим, около 50 BC-130 AD ( $^{14}\text{C}$ -дата из торфа между прослоями  $1970 \pm 40$  л.н., ГИН-13913).

На о. Онекотан – втором по величине острове из группы Северных Курил (43x17 км), изучено два разреза торфяников мощностью до 2.14 м. Один в центральной части острова на Шестаковском перешейке (разрез 9606 на высоте около 200 м), другой на склонах влк. Тао-Русыр (разрез 9706 на высоте около 420 м). Разрезы вскрывают отложения небольших болот в линейных понижениях в верховьях рек Ольховки и Кедровки. Подстилающими отложениями являются отложения пирокластических потоков кальдерообразующего извержения влк. Тао-Русыр, одного из крупнейших извержений голоцена на Курилах, произошедшего около 7500  $^{14}\text{C}$  л.н. [Камчатка..., 1974; Новейший..., 2005]. Для разрезов получено 16  $^{14}\text{C}$  датировок, показывающих, что накопление торфа началось во второй половине среднего голоцена (около  $5150 \pm 40$  л.н., ГИН-13922). Торфяник на Шестаковском перешейке включает 24 прослоя пеплов (мощностью до 3 см). В нижней части разреза встречено три прослоя риолитовых пеплов, представленных светло-желтым алевритом, вулканическое стекло отличается высоким содержанием  $\text{K}_2\text{O}$ . Пока трудно точно определить источники, но можно предположить, что они находились на значительном удалении. Эти пепловые прослои были датированы по вмещающему торфу ( $^{14}\text{C}$ -дата из торфа выше нижнего прослоя –  $5150 \pm 40$  л.н., ГИН-13922; из торфа под вторым снизу прослоем –  $3920 \pm 50$  л.н., ГИН-13919; из торфа под третьим снизу прослоем –  $3640 \pm 50$  л.н., ГИН-13918). Эти пеплы могут быть маркирующими для отложений среднего-позднего голоцена Северных Курил, на Средних Курилах они не встречены. В нижней части разреза из торфа под прослоем пепла среднего состава, сложенного темно-серым

алевритом, получена  $^{14}\text{C}$ -дата  $4940\pm 40$  л.н., ГИН-13921. Выше встречен прослой пепла, представленный светло-серым алевритом с более высоким содержанием  $\text{SiO}_2$  и  $\text{K}_2\text{O}$  в вулканическом стекле, под ним получена  $^{14}\text{C}$ -дата  $4670\pm 40$  л.н., ГИН-13920. В верхней части разреза обнаружены преимущественно андезитовые пеплы с умеренным содержанием  $\text{K}_2\text{O}$ . Среди них датирован хорошо выраженный прослой (мощностью до 3 см), сложенный светло-серым среднезернистым умеренно сортированным песком ( $^{14}\text{C}$ -дата из подстилающего торфа  $2440\pm 40$  л.н., ГИН-13917). Его источник предположительно был местным, возможно, влк. Креницына. В кровле торфяника обнаружен пепел, сложенный светло-серым мелкозернистым хорошо сортированным песком (мощностью до 2 см), который по химическому составу вулканического стекла близок к тефре влк. Севергина (о. Харимкотан), крупное извержение которого произошло в 1933 г. [Новейший..., 2005]. Распределение прослоев вулканических пеплов по разрезу торфяника свидетельствует о разной степени влияния пеплопадов на развитие ландшафтов во второй половине среднего и в позднем голоцене.

Ландшафты на склонах влк. Тао-Русыр испытывали большое воздействие пеплопадов в среднем-позднем голоцене. Торфяник на склоне вулкана включает больше прослоев вулканических пеплов, чем торфяник Шестаковского перешейка – здесь встречено не менее 35 горизонтов тефр, их мощность меняется от нескольких миллиметров до 5 см. Часть из них сложена плохо сортированным материалом и, вероятно, образовалась при извержениях влк. Креницына. В нижней части торфяника встречено три прослоя риолитовых пеплов, представленных желтым алевритом, схожих по составу с пеплами из разреза торфяника Шестаковского перешейка,  $^{14}\text{C}$ -дата из торфянистого алеврита, подстилающий нижний желтый прослой –  $4870\pm 50$  л.н., ГИН-13926, вероятно, омоложена.  $^{14}\text{C}$ -дата  $3690\pm 40$  л.н., ГИН-13924, полученная из торфа под верхним желтым прослоем близка к дате под верхним желтым прослоем в разрезе 9606. Вероятно, можно коррелировать и мощные прослои темно-серого вулканического пепла из нижней части разрезов, выше которого в разрезе 9706  $^{14}\text{C}$ -дата –  $4560\pm 40$  л.н., ГИН-13925, а в разрезе 9606 из нижележащего торфа –  $4940\pm 40$  л.н., ГИН-13921. Для более точного определения источников требуется дальнейшая детальная работа.

Комплексное изучение разрезов голоценовых торфяников показало, что на о-вах Симушир, Матуа, Харимкотан, Онекотан изменение ландшафтов было связано не только с климатическими изменениями, но и с активной вулканической деятельностью. После выпадения мощных пепловых прослоев преобладающими становились заросли ольховника, в периоды относительного покоя они замещались кедровым стлаником. На о. Матуа в обрамлении активно действующего влк. Сарычева в позднем голоцене были распространены луга, смены доминантов которых контролировались изменениями увлажнения, связанного с выпадением пеплов разного механического состава. Можно отметить ряд островов, где местные вулканы были малоактивными в среднем-позднем голоцене. Из группы Средних Курил к таким островам относятся Кетой и Расшуа, на Северных Курилах – о. Шиашкотан, эти острова могли являться центрами сохранения биоразнообразия. Распределение прослоев вулканических пеплов по разрезам торфяников показало, что частота вулканических извержений в среднем-позднем голоцене была неравномерной. Данные, полученные для о. Кетой, свидетельствуют о том, что активизация вулканической деятельности в районе Средних Курил происходила около 6500-6370, 5370-5180; 4550-3600, 2250-1230  $^{14}\text{C}$  л.н. Отмечены отдельные извержения, секторы разноса пеплов которых захватывали несколько островов. После выпадения вулканических пеплов крупных извержений отмечено более широкое развитие ольховника в растительном покрове и уменьшение роли сфагновых и зеленых мхов среди болотных ассоциаций.

Гранты РФФИ 06-05-64033, 09-05-00003, экспедиции проводились в рамках Курильского Биоконференциального проекта КБР (грант NSF ARC-0508109) и по проектам РФФИ. Авторы выражают благодарность М.М. Певзнер (ГИН РАН) за проведение радиоуглеродного датирования ряда образцов.

### Список литературы

- Горшков Г.С.** Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 288 с.  
Камчатка, Курильские и Командорские острова. Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Эрлих Э.Н. и др. М.: Наука, 1974. 439 с.

Курильские острова (природа, геология, землетрясения, вулканы, история, экономика. Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное изд-во, 2004. 226 с.

**Левин Б.В., Фитцхью Б., Бурджуа Д., Рыбин А.А. и др.** Комплексная экспедиция на Курильские острова в 2006 г. (I этап) // Вестник ДВО, 2007. № 1. С. 144-148.

**Левин Б.В., Кайстренко В.М., Рыбин А.В. и др.** Проявления цунами 15.11.2006 г. на Центральных Курильских островах и результаты моделирования высот заплесков // ДАН. 2008. Т.419. №1. С. 118-122.

Новейший и современный вулканизм на территории России. Лаверов Н.П., Добрецов Н.Л., Богатилов О.А. и др. М.: Наука, 2005. 604 с.

**Hotes S., Poschlod P., Takahashi H., Grootjans A.P., Adema E.** Effects of tephra deposition on mire vegetation: a field experiment in Hokkaido, Japan // Journal of Ecology, 2004. V. 92. № 4. P. 624-634.