

Оценка скорости формирования почвенно-пирокластического чехла в районе активного вулканизма: результаты георадиолокационных исследований у подножия южного склона вулкана Вилючинский (Камчатка)

Павлова В.Ю.¹, Бергаль-Кувикас О.В.^{1,2}, Акбашев Р.Р.³

Estimation of the formation rate of the soil-pyroclastic cover in the area of active volcanism: results of GPR studies at the foot of the southern slope of the Vilyuchinsky volcano (Kamchatka)

Pavlova V. Yu., Bergal-Kuvikas O. V., Akbashev R. R.

¹ ФГБОУ ВО Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга, г. Петропавловск-Камчатский;
e-mail: verpavlova88@gmail.com

² Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

³ Камчатский филиал Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН», г. Петропавловск-Камчатский

В работе представлены результаты полевых исследований с помощью метода георадиолокации у подножия южного склона вулкана Вилючинский с целью получения данных о пространственной изменчивости мощностей рыхлых отложений и скорости их формирования.

Введение

Одними из наиболее интересных и сложных регионов при использовании георадаров являются районы активного вулканизма. Большая мощность почвенно-пирокластического чехла, полигенетические профили почв, значительное число погребенных почвенных горизонтов, разделенных прослоями тефры разного гранулометрического состава и возраста, с одной стороны, создают хорошие условия для формирования четких линий равных фаз отраженных сигналов (осей синфазности) на георадиолокационном профиле, а с другой стороны — затрудняют их интерпретацию. Существующий опыт использования георадаров в районах с активными вулканами невелик. Например, в Калифорнии с помощью георадара были установлены граница и мощность пирокластического чехла, выявлены небольшие кратеры, заполненные сверху аллювием. Однако многие аспекты использования георадаров в вулканических районах остаются недостаточно изученными [3]. Все это определяет актуальность исследования на Камчатке с помощью метода георадиолокации.

Геолого-геофизическая характеристика района изучения

Наиболее крупной структурой в районе является горст-антиклинорий меридионального простираения. Он протягивается на расстояние более 70 км и имеет ширину около 30 км. Образование его происходило в нижнем–среднем миоцене и сопровождалось внедрением многочисленных интрузивных тел, которые образовали серию куполообразных структур диаметром 25-30 км. В конце верхнечетвертичного времени начинается формирование современных построек вулканов Горелый, Мутновский, Вилючинский [2].

Вилючинский вулкан является стратовулканом высотой 2173 м на юге Камчатки. Глубокие барранкосы изрезают поверхность конуса, основание которого подрезано трогами позднеплейстоценового оледенения [1]. В развитии вулкана условно выделяют две фазы. В раннюю фазу (позднеплейстоценовую) сформировалась постройка вулкана. В позднюю фазу (ранее голоценовую) произошло излияние нескольких потоков базальтов на западные склоны вулкана. Данные К-Аг датирования свидетельствуют об относительно недавнем заложении постройки вулкана: 700±5 тыс. лет, 490±20 тыс. лет [5]. Район исследований находится у подножия южного склона вулкана Вилючинский (рис. 1).

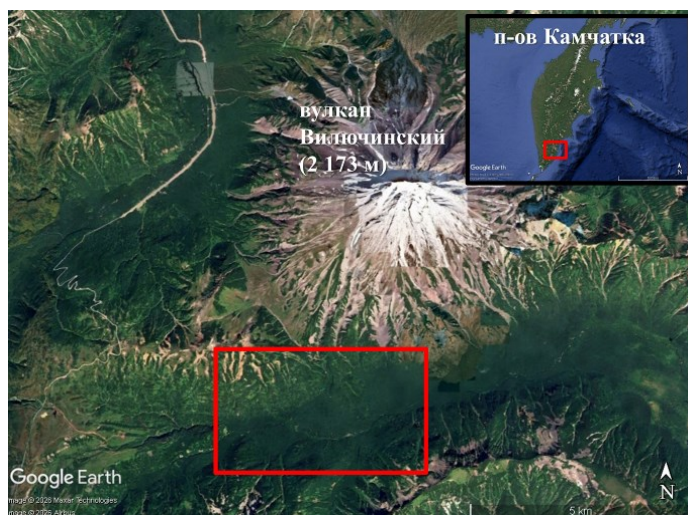


Рис. 1. Район исследований расположен у подножия южного склона вулкана Вилучинский.

Метод исследования

Несмотря на высокую рекреационную нагрузку в районе вулкана Вилучинский, детальные данные о пространственной изменчивости мощностей рыхлых отложений ограничены точечными наблюдениями. Метод георадиолокации позволяет проводить исследования непрерывно, выявляя погребенный рельеф и резкие перепады мощности отложений. Для проведения исследований использовали прибор георадар «ПИТОН-3», оснащенный одной приемно-передающей антенной. Длина георадара составляет 6.4 м, частота 24 МГц. Исследования с помощью этого метода проведены в районе изучения впервые.

Участок исследований можно разделить на две части с различными геологическими условиями в верхней толще. Такое разделение связано с тем, что значительную часть участка исследований занимает конус аллювиально-пролювиальных отложений (рис. 2). Характерна сложная орографическая обстановка: имеются овраги различной протяженности, ширины и глубины, низменности, возвышенности. Фактическое положение профилей показано на рис. 2.

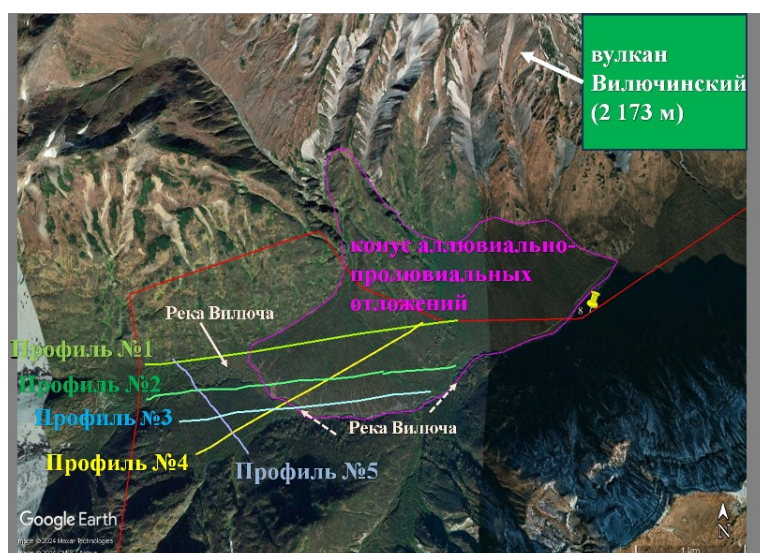


Рис. 2. Фактическое положение георадиолокационных профилей, выполненных у подножия южного склона вулкана Вилучинский.

Результаты исследований и их обсуждение

Профили локализованы на аллювиально-пролювиальных отложениях конуса выноса между рекой Вилуча и южным склоном вулкана Вилучинский (рис. 1). Западная, нижняя часть участка имеет один горизонт на радарограммах (слой 1). На участке конуса аллювиально-пролювиальных отложений картируются два горизонта (слой 1, слой 2) (рис. 3).

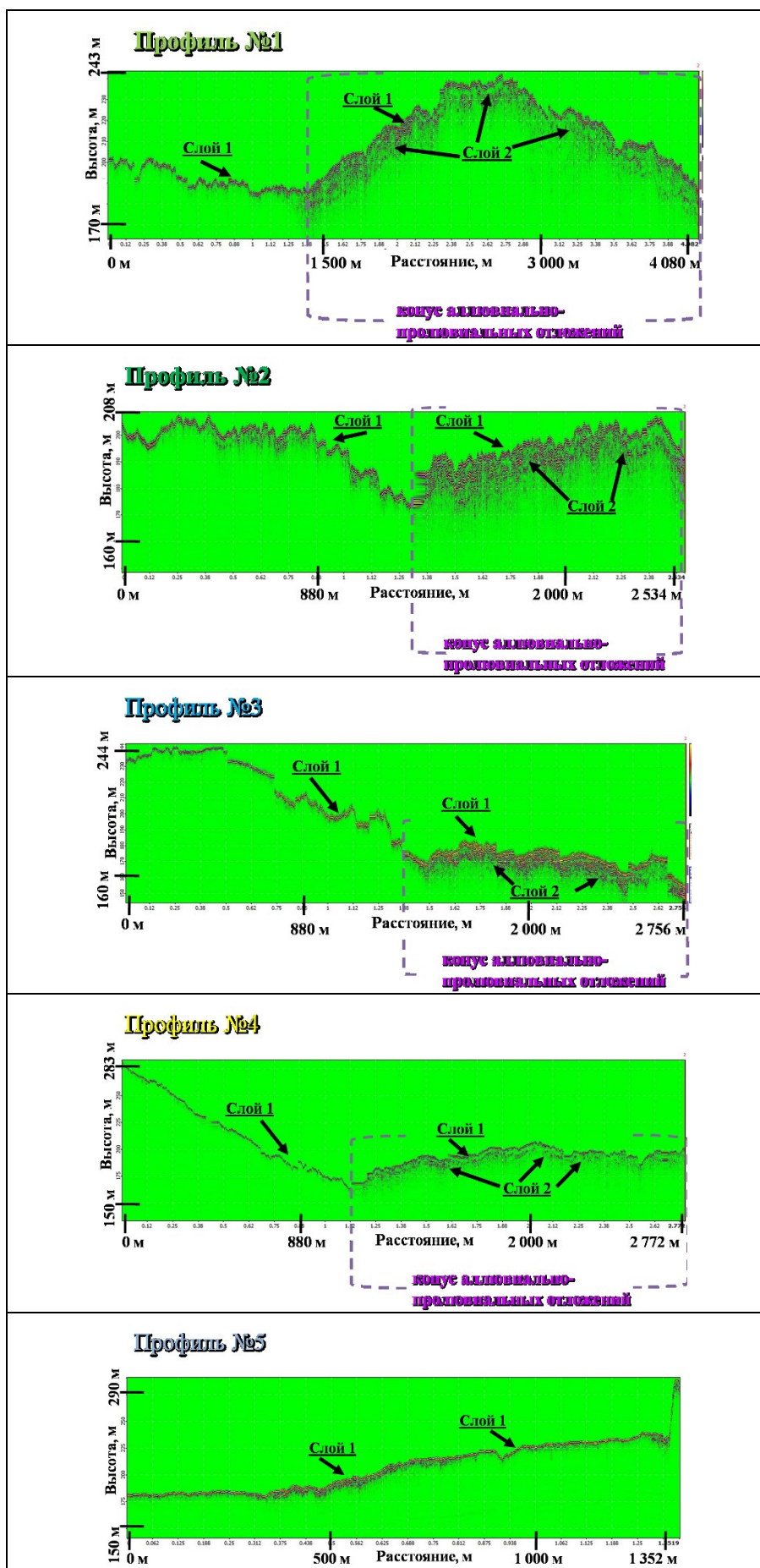


Рис. 3. Георадиолокационные разрезы по профилям № 1, № 2, № 3, № 4, № 5 (сверху вниз). Локализация профилей показана на рис. 2.

Отложения, выделенные на радарограммах (ярко выраженные, горизонтально расположенные оси синфазности, последовательно залегающие друг на друга) в виде слоя 1 (рис. 3), фиксируют почвенно-пирокластический чехол, образованный после последнего оледенения, во время голоцена (~11 тыс. лет). Наличие флювиогляциальных отложений в основании шурфов ранее позволило изучить историю вулканической активности в течение голоцена на Камчатке [4]. Согласно изменениям мощностей слоя 1 на радарограммах (от ~1.8 м до ~8.93 м) удалось рассчитать скорость накопления, которая соответствует от ~0.16 до ~0.81 м/тыс. лет. Данный слой соответствует переслаиванию пеплов, шлаков разной мощности и состава. Слоистое, недеформированное залегание соответствует спокойному осадконакоплению пирокластике вблизи активных вулканов.

Согласно изменениям мощностей слоя 2 (рис. 3) на радарограммах (от ~3 м до ~14.2 м), с учетом имеющихся сведений о предполагаемом возрасте вулкана Вилючинский (700±5 тыс. лет) [5], минимальная скорость осадконакопления соответствует от ~0.004 м до ~0.02 м/тыс. лет. Данный слой характеризуется наличием валунов, отдельных блоков (на волновой картине радарограмм отмечается в виде дифракции электромагнитных волн, субгоризонтального и хаотического расположения осей синфазности), в глинисто-песчаном матриксе (на волновой картине радарограмм отмечается горизонтальное расположение осей синфазности с затуханием электромагнитных волн). Данный тип отложений, скорее всего, соответствует моренным, флювиогляциальным отложениям последнего оледенения [5].

Заключение

С помощью метода георадиолокации впервые на Камчатке удалось выделить и приблизительно рассчитать скорости формирования голоценового почвенно-пирокластического чехла после последнего оледенения и флювиогляциальных отложений, локализованных на южном склоне вулкана Вилючинский.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (в рамках государственного задания № 075-00604-25) и темы НИР «Применение метода георадиолокации на Камчатке» (КамГУ им. Витуса Беринга).

Список литературы

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Серия Южно-Камчатская. Масштаб 1:200 000. Листы N-57-XXI (Северные Коряки), N-57-XXVII (Петропавловск-Камчатский), N-57-XXXIII (сопка Мутновская): Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. 302 с.
2. *Леонов В.Л.* Структурные условия локализации высокотемпературных гидротерм. М.: Наука, 1989. 104 с.
3. *Павлова В.Ю., Делемень И.Ф.* Применение метода георадиолокации на Камчатке: монография. М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2024. 144 с. <https://doi.org/10.17513/np.581>
4. *Braitseva O.A., Ponomareva V.V., Sulerzhitsky L.D. et al.* Holocene key-marker tephra layers in Kamchatka, Russia // *Quaternary research*. 1997. V. 47(2). P. 125-139.
5. *Kepezhinskas P., McDermott F., Defant M.J. et al.* Trace element and Sr-Nd-Pb isotopic constraints on a three-component model of Kamchatka Arc petrogenesis // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1997. V. 61(3). P. 577-600.