

Формирование новых озёр в Активной воронке Мутновского вулкана и кратере вулкана Райкоке

Д.В. Мельников, С.В. Ушаков, О.А. Гирина, А.Г. Маневич

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: dvm@kscnet.ru

Вулканические озера являются одними из самых впечатляющих природных объектов. Их появление, динамика изменения химического состава и цвета воды дают представление о комплексе вулканических, гидротермальных и дегазационных процессов. В 2018-2019 гг. появились два новых вулканических озера. Одно – в Активной воронке Мутновского вулкана, второе – в кратере вулкана Райкоке (Курильские острова).

Мутновский вулкан

В 2018 г. впервые за время исторических наблюдений зафиксировано новое кратерное озеро в Активной воронке Мутновского вулкана [2]. Впервые оно отмечено на фотографии 24 марта 2018 г. (фотограф Laurent Tavignot). Озеро располагалось на дне взрывной воронки, образовавшейся после извержения 2013 г. Цвет озера имел бирюзовый оттенок. На южном берегу озера наблюдалась мощная фумарола. 15 мая 2018 г. на спутниковом снимке (рис. 1) высокого пространственного разрешения (Ресурс-П, Сангур) удалось определить границы и площадь озера, которая составила 1800 м². По визуальным наблюдениям, к сентябрю 2018 г. площадь озера постепенно уменьшалась, однако по техническим причинам не удалось точно определить его размер. Также не удалось сделать отбор воды из озера для химического анализа.

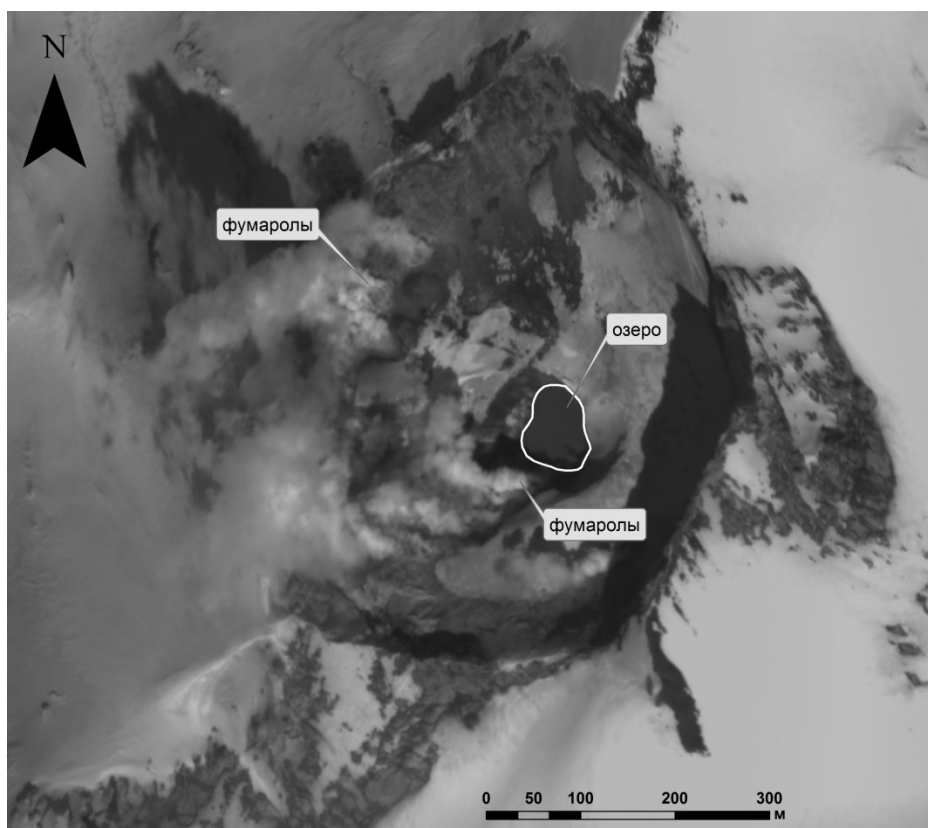


Рис. 1. Мутновский вулкан 15 мая 2018 г., спутниковый снимок Ресурс-П.

В сентябре 2019 г. были проведены полевые работы на Мутновском вулкане. В Активной воронке вулкана продолжало наблюдаться озеро. Однако его цвет был уже не

бирюзовым, а красным. Используя квадрокоптер DJI Phantom 4 Pro (приобретён в рамках проекта РФФ № 16-17-00042), произведён отбор воды из кратерного озера. Также с его помощью осуществлена аэрофотосъёмка Активной воронки, на основе которой был построен ортофотоплан (рис. 2). Определена площадь озера, которая составила 800 м². Скорее всего, данное кратерное озеро сформировалось за счёт работы высокотемпературной фумаролы на дне Активной воронки, что привело к интенсивному таянию снега. Был определён (в лаборатории Постмагматических процессов ИВиС ДВО РАН) химический состав (анионы) воды из озера: Cl⁻ – 315.10 мг/л, SO₄²⁻ – 2664.3 мг/л, F⁻ – 36.20 мг/л, pH – 2.41. Согласно классификации [3] вулканических озёр по химическому составу, основанной на определении концентраций SO₄+Cl и pH, новое озеро Мутновского вулкана можно отнести к "спокойным".

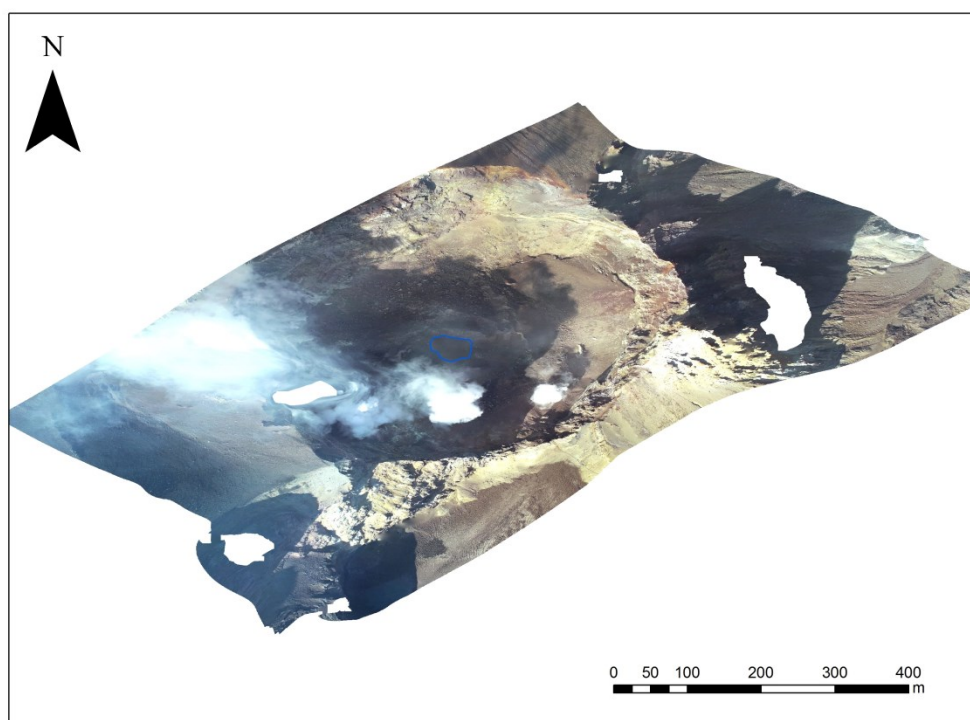


Рис. 2. Ортофотоплан Активной воронки Мутновского вулкана. Синий контур – граница озера. 16 сентября 2019 г.

Вулкан Райкоке

Стратовулкан Райкоке расположен в северной части Центральных Курил. Эксплозивное извержение вулкана Райкоке произошло 21 июня 2019 г. в 18:05 UTC и было зафиксировано по данным геостационарного спутника Himawari-8. Извержение началось серией следующих друг за другом крупных эксплозий, поднявших пепел до 10-13 км над уровнем моря (н.у.м.), затем в течение примерно 3.5 ч происходило непрерывное истечение пепла из кратера вулкана, сформировавшее мощную эруптивную тучу, двигавшуюся на северо-восток от вулкана. Пароксизмальная фаза извержения Райкоке продолжалась около 15 ч [1]. В результате извержения склоны вулкана были покрыты мощным слоем пирокластических отложений, береговая линия значительно изменилась. Согласно данным по спутнику Sentinel-2, до извержения площадь постройки вулкана Райкоке составляла 5.5 км², после извержения – 6.3 км²; площадь кратера, измеренная по кромке, после извержения увеличилась с 0.6 км² до 0.7 км².

Важным результатом извержения стало появление озера в кратере вулкана. До извержения кратер был заполнен обломочным материалом. На спутниковом снимке Sentinel-2 13 июля 2019 г. (рис. 3) в кратере вулкана наблюдается озеро, с поверхности

которого поднимаются клубы пара. До этой даты не было безоблачных спутниковых снимков, поэтому трудно точно назвать дату появления озера. Площадь озера $\sim 90000 \text{ м}^2$. Озеро наблюдается и на последующих спутниковых снимках за июль-декабрь 2019 г. и январь-март 2020 г. До извержения дно кратера вулкана находилось на уровне 120-150 метров над уровнем моря. Вероятно, происхождение озера связано с проникновением морской воды по серии трещин в постройке вулкана. Для подтверждения или опровержения этой версии необходимо проведение дополнительных работ.

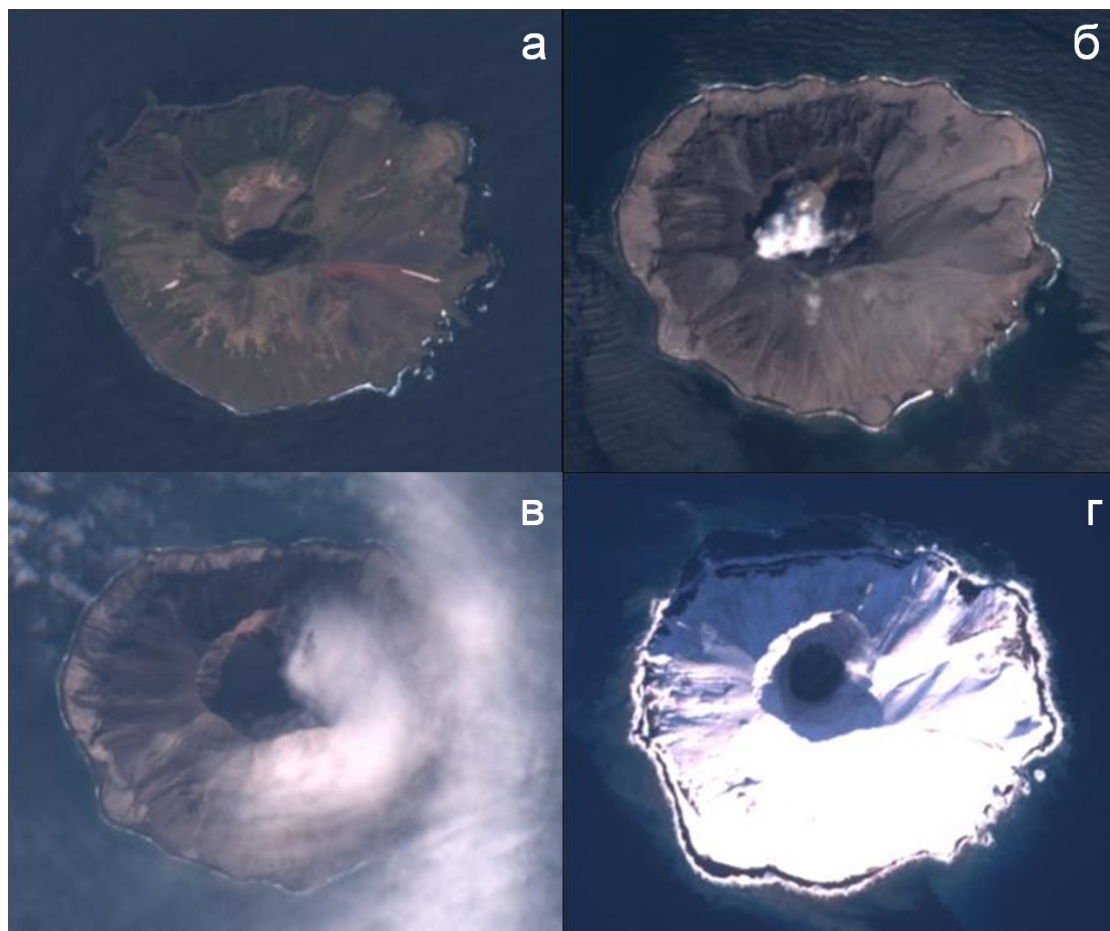


Рис. 3. Вулкан Райкоке. Спутниковый снимок Sentinel-2: а) 16.05.2019, б) 13.07.2019, в) 23.09.2019, г) 10.02.2020.

Список литературы

1. *Гирина О.А., Лупян Е.А., Уваров И.А., Крамарева Л.С.* Извержение вулкана Райкоке 21 июня 2019 года // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 303-307. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-303-307
2. *Мельников Д.В., Гирина О.А., Маневич А.Г.* Кратерное озеро в Активной воронке Мутновского вулкана, Камчатка // Вестник КРАУНЦ. Серия: Науки о Земле. 2018. Вып. 39. № 3. С. 5-8. DOI: 10.31431/1816-5524-2018-3-39-5-8.
3. *Varekamp J.C., Pasternack G.B., Rowe Jr. G.L.* Volcanic lake systematics II. Chemical constraints // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2000. V. 97. №. 1-4. P. 161-179.