

УДК 551.21

doi.org/10.30730/2541-8912.2019.3.3.304-309

## Извержение вулкана Райкоке в июне 2019 г. (о. Райкоке, центральные Курильские острова)

© 2019 А. В. Дегтерев\*, М. В. Чибисова

*Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия**\*E-mail: d\_a88@mail.ru*

Приводятся данные о мощном эксплозивном извержении влк. Райкоке (о. Райкоке, центральные Курильские острова) 21–25 июня 2019 г., ставшем самым сильным вулканическим событием на территории Сахалинской области со времени эксплозивно-эффузивного извержения влк. Пик Сарычева в июне 2009 г. Информация о динамике извержения была получена на основе спутниковых данных информационной системы «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» VolSatView. Активная фаза извержения длилась ~15 ч – с 18:00 UTC 21 июня до 09:00 UTC 22 июня 2019 г. За это время наблюдались отдельные вулканические взрывы (не менее 9) и фаза непрерывного интенсивного поступления пирокластического материала (~3.5 ч – 22:30 UTC 21 июня до 02:00 UTC 22 июня) на высоту свыше 13 км. Общая площадь пеплового облака, сформировавшегося в результате эксплозивной деятельности влк. Райкоке, составила ~227 тыс. км<sup>2</sup>. Пепловые облака представляли реальную угрозу для авиации и морских судов. Благодаря слаженной работе ВААС Токио, Анкоридж и группы SVERT удалось избежать происшествий.

**Ключевые слова:** Курильские острова, вулкан, Райкоке, пепел, мониторинг вулканической активности, извержение, спутниковые методы.

## The eruption of Raikoke volcano in June of 2019 (Raikoke Island, Central Kuril Islands)

*Artem V. Degterev\*, Marina V. Chibisova**Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia**\*E-mail: d\_a88@mail.ru*

Raikoke volcano (Raikoke Island, Central Kuril Islands) erupted explosively during 21–25 June 2019. This eruption was the most powerful volcanic event in the Sakhalin Region since the explosive-effusive eruption of Sarychev Peak volcano in June 2009. Information about dynamics of the eruption was obtained on the base of satellite data of the VolSatView information system for remote monitoring of the activity of Kamchatka and Kuril volcanoes. The active phase of the eruption lasted ~15 hours – from 18:00 UTC of 21 June till 09:00 UTC of 22 June of 2019. During this time, separate volcanic explosions were observed (at least 9) and the phase of continuous supply of pyroclastic material (~3.5 hours – 22:30 UTC of 21 June till 02:00 UTC 22 June) to a height of over 13 km. The total area of the ash cloud formed as a result of intense explosive activity of Raikoke volcano amounted to ~227 000 km<sup>2</sup>. Ash clouds posed a real threat to aviation and marine vessels. The well-coordinated works of VAAC Tokyo, Anchorage and the SVERT group allowed to avoid accidents.

**Keywords:** Kuril Islands, volcano, Raikoke, ash, monitoring of volcanic activity, eruption, satellite methods.

### Введение

21 июня в 18:00 UTC (22 июня, 05:00 – по сахалинскому времени) началось мощное эксплозивное извержение влк. Райкоке (о. Райкоке) на центральных Курильских островах.

Оно стало самым сильным вулканическим событием на территории Сахалинской области со времени эксплозивно-эффузивного извержения влк. Пик Сарычева в июне 2009 г. [Левин др., 2010; Дегтерев, 2011; Rybin et al.,

Работа выполнена в рамках государственного задания ИМГиГ ДВО РАН.

2011; Рыбин и др., 2018]. Начало извержения влк. Райкоке зафиксирован VAAC Токио (Volcanic Ash Advisory Center – Консультативный центр по вулканическому пеплу) по спутниковым данным Himawari-8: 21 июня в 19:28 UTC был опубликован первый информационный отчет, содержащий информацию о высоте и времени пеплового выброса ([https://ds.data.jma.go.jp/svd/vaac/data/vaac\\_list.htm](https://ds.data.jma.go.jp/svd/vaac/data/vaac_list.htm)).

Сахалинская группа реагирования на вулканические извержения (SVERT – Sakhalin Volcanic Response Team), выпустившая информационное сообщение 21 июня в 22:30 UTC (<http://www.imgg.ru/ru/svert/reports>), осуществляла наблюдение за извержением, основываясь преимущественно на спутниковых данных Himawari-8, используя информационный сервис VolSatView [Гордеев и др., 2016].

В настоящее время сбор и анализ материалов, касающихся мощного эксплозивного извержения влк. Райкоке, продолжается. В нашей публикации приводятся первые данные о хронологии события и его основных особенностях.

### Общие сведения о влк. Райкоке

Остров-вулкан Райкоке расположен в 18 км к северу от о. Магуа и является самым северным вулканом в группе центральных Курильских островов (рис. 1). Постройка вулкана

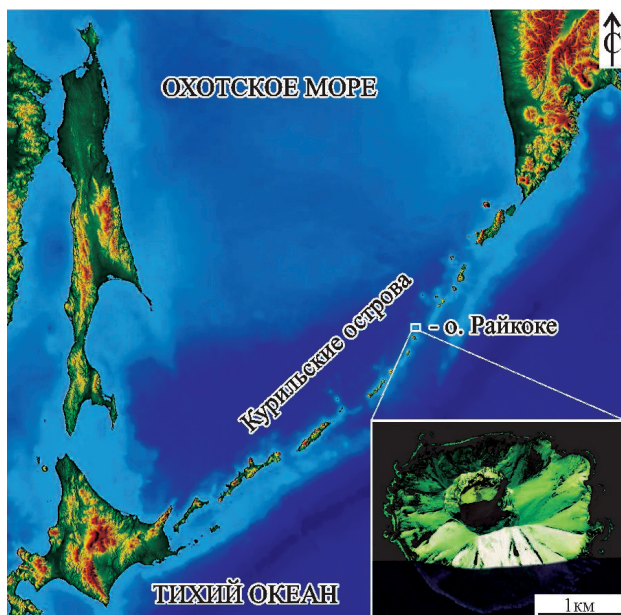


Рис. 1. Местоположение о. Райкоке в системе Курильской островной дуги. На врезке – спутниковый снимок о. Райкоке из ГИС Google Планета Земля ([www.earth.google.com](http://www.earth.google.com)).

представляет собой одиночный стратовулкан высотой 551 м над ур. м. и размером основания  $2.1 \times 2.6$  км (рис. 2). Вершина вулканического конуса увенчана крупным кратером (диаметр  $\sim 750$  м), который осложнен оползнями в восточной части и останцом дайки – в западной (рис. 3).

Постройка влк. Райкоке бронирована многочисленными потоками лавы, языки которых придают береговой линии восточной и западной части острова характерный лопастной рисунок (рис. 1). Северо-восточный сектор вулкана покрыт чехлом свежей пирокластики, выброшенной в результате последних извержений. Состав пород влк. Райкоке варьирует от базальтов до андезитов, с преобладанием пород основной группы [Горшков, 1967; Мартынов и др., 2015; Федорченко и др., 1989]. Также следует отметить, что в эффузивах влк. Райкоке, впервые для Курильских островов, были обнаружены оливин-плаггиоклаз-амфиболовые включения [Левин и др., 2010].

Исторические извержения влк. Райкоке происходили в середине XVIII в., в 1778 и 1924 гг. [Горшков, 1967; Полонский, 1994; Сноу, 1992; Tanakadate, 1925]. Все они, судя по имеющимся описаниям в хрониках, характеризуются как сильные (Volcanic Explosivity Index (VEI) – 4 [Newhall, Self, 1982]), при этом разделяются продолжительными периодами покоя – в среднем около сотни лет. Несмотря на относительную редкость извержений влк. Райкоке, он является одним из двух вулканов Курильской островной дуги, активность которых приводила к человеческим жертвам (второй – влк. Синарка на о. Шиаши).



Рис. 2. Общий вид влк. Райкоке. Фото А.В. Рыбина

котан, Северные Курилы). При сильном извержении влк. Райкоке в 1778 г. погибло порядка пятнадцати человек (P.S. Pallas. Kurze Nachrichten und Auszuge aus Briefen. In: Neue nordische Beiträge zur physikalischen und geographischen Erd- und Völker-Beschreibung, Naturgeschichte und Ökonomie. St. Petersburg, Leipzig, 1781. Bd 1. [Цит. по: Горшков, 1967]).

В 2010 г. авторами были проведены рекогносцировочные геолого-вулканологические работы и визуальные наблюдения за состоянием влк. Райкоке [Левин и др., 2010]. Было установлено, что вулкан не проявляет каких-либо признаков активности (рис. 3). На существенный перерыв в эруптивной деятельности влк. Райкоке указывал также специфический природный комплекс, сформировавшийся на острове – орнитогенный ландшафт. Повсеместное распространение мест гнездования птиц, в том числе в кратере вулкана, однозначно свидетельствовало об отсутствии существенной парогазовой и эруптивной активности в течение последних десятков лет. Следует отметить, что аналогичную картину описывали также Г. Дж. Сноу [Сноу, 1992] в конце XIX и Г.С. Горшков (1967) в середине XX в.

### Методика исследований

Мониторинг извержения влк. Райкоке в июне 2019 г. осуществлялся на основе спутниковой информации AQUA, TERRA (MODIS), NOAA (AVHRR/POES), поставляемой центром регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН ([www.satellite.dvo.ru](http://www.satellite.dvo.ru)) и данных информационного сервиса «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Ку-



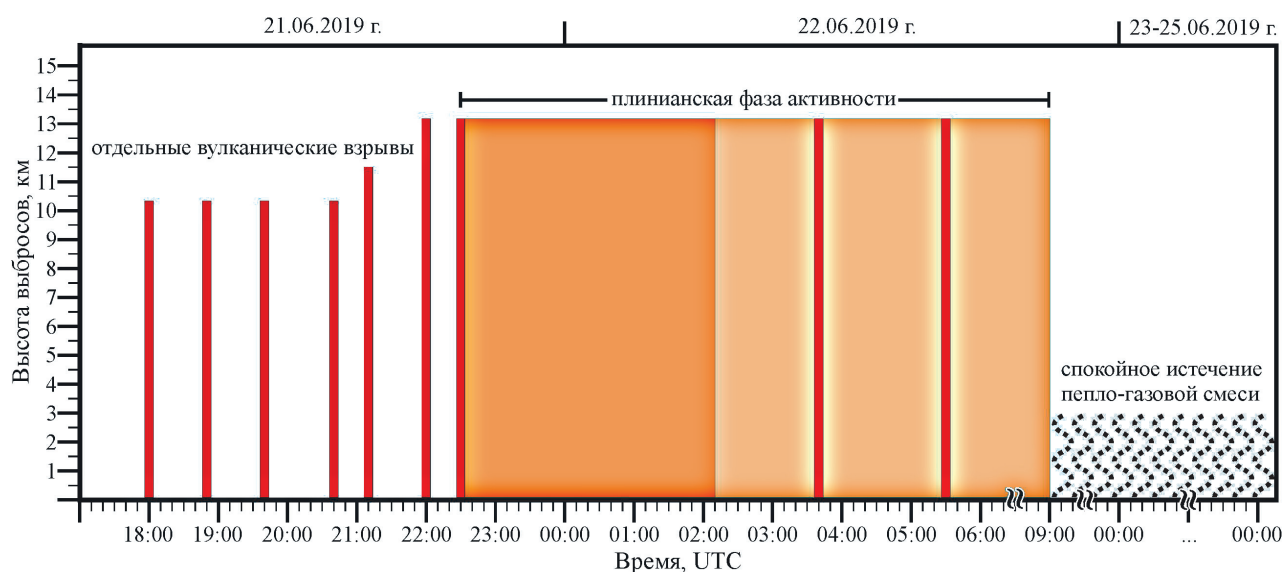
Рис. 3. Кратер вулкана Райкоке в августе 2010 г.  
Фото А.В. Дегтерева

рил» VolSatView, разработанный совместно ИВиС ДВО РАН, ИКИ РАН, ВЦ ДВО РАН и НИЦ «Планета» [Гордеев и др., 2016; Ефремов и др., 2012]. Спутниковые данные позволили в деталях отслеживать динамику эруптивного процесса влк. Райкоке: фиксировать время вулканических взрывов, их продолжительность, наблюдать за динамикой распространения пепловых облаков. Наиболее информативными для мониторинга активности влк. Райкоке были данные спутника Himawari-8, благодаря которым были своевременно диагностированы пепловые облака и шлейфы, а также определены их пространственно-временные параметры – высота, протяженность, площадь и время эксплозий.

### Результаты исследования и их обсуждение

Внезапное пробуждение вулкана после 95-летнего периода покоя началось без каких-либо предвестников – с серии мощных эксплозий, первая из которых, произошедшая 21 июня в 18:00 UTC, в течение первых же 20 мин подняла пепловую колонну на высоту до 10 км (здесь и далее – высота выбросов приводится по данным VAAC Токио, над ур. м.) (рис. 4). После первого взрыва, положившего начало эксплозивному извержению влк. Райкоке, произошло еще пять эксплозий с высотой подъема эруптивной колонны от 10 до 13 км, что соответствует VEI – 4. Продолжительность каждого из выбросов варьировала от 20 до 40, а периодов покоя между ними – от 30 до 60 мин. Всего начальная фаза извержения, состоящая из серии (6) отдельных вулканических взрывов, продолжалась 4.5 ч. За это время сформировалось пепловое облако площадью 19 139 км<sup>2</sup> и протяженностью 397 км, распространяющееся преимущественно в восточном направлении (азимут 84°).

В 22:30 произошел мощный взрыв с подъемом пепловой колонны на высоту 13 км, после которого начался непрерывный массовый выброс пирокластики, ознаменовавший начало плининанской фазы извержения (рис. 4). В течение 3,5 ч (с 22:30 UTC 21 июня до 02:00 UTC 22 июня 2019 г.) происходил постоянный интенсивный вынос огромного количества пеплового материала



**Рис. 4.** Хронология эксплозивной активности вулкана Райкоке в период 21–25 июня 2019 г., по спутниковым данным Himawari-8.

на высоту не менее 13 км. Начало пароксизмального этапа извержения было зафиксировано астронавтами NASA (экспедиция № 59, NASA Photo ID ISS059-E-119250: <https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS059&roll=E&frame=119250>): 22 июня в 22:45 UTC ими был сделан эффектный снимок эруптивной колонны извергающегося вулкана, поднявшейся на высоту свыше 13 км (рис. 5).



**Рис. 5.** Эруптивная колонна начала плининской фазы активности, 21 июня, 22:45 UTC (<https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS059&roll=E&frame=119250>).

Выбрасываемая вулканом пирокластика формировала пирокластические потоки, распространяющиеся по склонам вулкана и прилегающей акватории, которые откладывались по периферии вулканической постройки и под воду (большая часть). По спутниковым данным Sentinel-2 L2A ([https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?lat=48.29237&lng=153.24760&zoom=15&time=2019-06-30&preset=1\\_TRUE\\_COLOR&datasource=Sentinel-2%20L2A](https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?lat=48.29237&lng=153.24760&zoom=15&time=2019-06-30&preset=1_TRUE_COLOR&datasource=Sentinel-2%20L2A)), общая площадь новообразованной суши, по состоянию на 30 июня 2019 г., составляла  $\sim 0.7$  км<sup>2</sup>.

Площадь эруптивной тучи, продолжавшей распространяться на восток (азимут 85°), к этому времени (02:00 UTC) достигла 58 319 км<sup>2</sup>, а протяженность — 655 км. В период с 02:10 до 03:30 UTC интенсивность поступления материала несколько снизилась. В 3:40 UTC произошел очередной взрыв продолжительностью 40–50 мин, с подъемом эруптивной колонны на высоту до 13 км. Его сменил период относительного покоя, в ходе которого происходило стабильное сильное истечение пепло-газовой смеси, продолжавшееся около часа. В 5:30 UTC зафиксирована последняя мощная эксплозия продолжительностью  $\sim 40$  мин, поднимавшая пепловую колонну на высоту 13 км (рис. 4).

По состоянию на 06:00 UTC площадь пеплового облака протяженностью 1081 км составляла 126 837 км<sup>2</sup>. С 06:00 до 09:00 UTC

22 июня вулкан продолжал работать в режиме интенсивного выделения пепло-газовой смеси, после чего его активность постепенно начала снижаться. Максимального размера пепловое облако (рис. 6) достигло к 09:30–10:00 UTC: при длине 1525 и ширине 350 км его площадь составила 227 941 км<sup>2</sup>, что соответствует площади о. Хонсю – крупнейшего острова Японского архипелага. Достигнув долготы Алеутских островов, пепловое облако, попав в циклонический вихрь, начало дефрагментироваться, расслаиваясь на отдельные серповидные фрагменты, которые продолжили перемещаться под воздействием воздушных течений и циклонической деятельности.

В течение 23–25 июня происходило относительно спокойное поступление пепло-газовой смеси из центрального кратера на высоту 1.5–2 км над ур. м. 23 и 24 июня пепловый шлейф перемещался в основном в северо-западном направлении и достигал протяженности 150 км. 25 июня шлейф стало

разворачивать циклоническим вихрем в северо-восточном направлении, протяженность его составила 100 км.

Согласно данным VAAC Токио, пепловые облака влк. Райкоке продолжали оставаться опасными для авиатранспорта на расстоянии 1500–2000 км от вулкана до 22:30 UTC 22 июня 2019 г. ([https://ds.data.jma.go.jp/svd/vaac/data/vaac\\_list.html](https://ds.data.jma.go.jp/svd/vaac/data/vaac_list.html)). Затем пепловое облако ушло на территорию VAAC Анкоридж, продолжив дрейфовать на высоте 12 км над ур. м. Последнее сообщение VAAC Анкоридж, содержащее информацию о пепловых облаках от влк. Райкоке, было выпущено 26 июня в 20:00 UTC. Также следует отметить, что спутником Copernicus Sentinel-5P было зафиксировано значительное количество диоксида серы (SO<sub>2</sub>), поступившего в атмосферу при извержении вулкана. По данным SACS (Support to Aviation Control Service – Служба поддержки авиационного контроля), это был крупнейший выброс SO<sub>2</sub> со времени извержения влк. Набро в 2011 г. (Эритрея, Восточ-

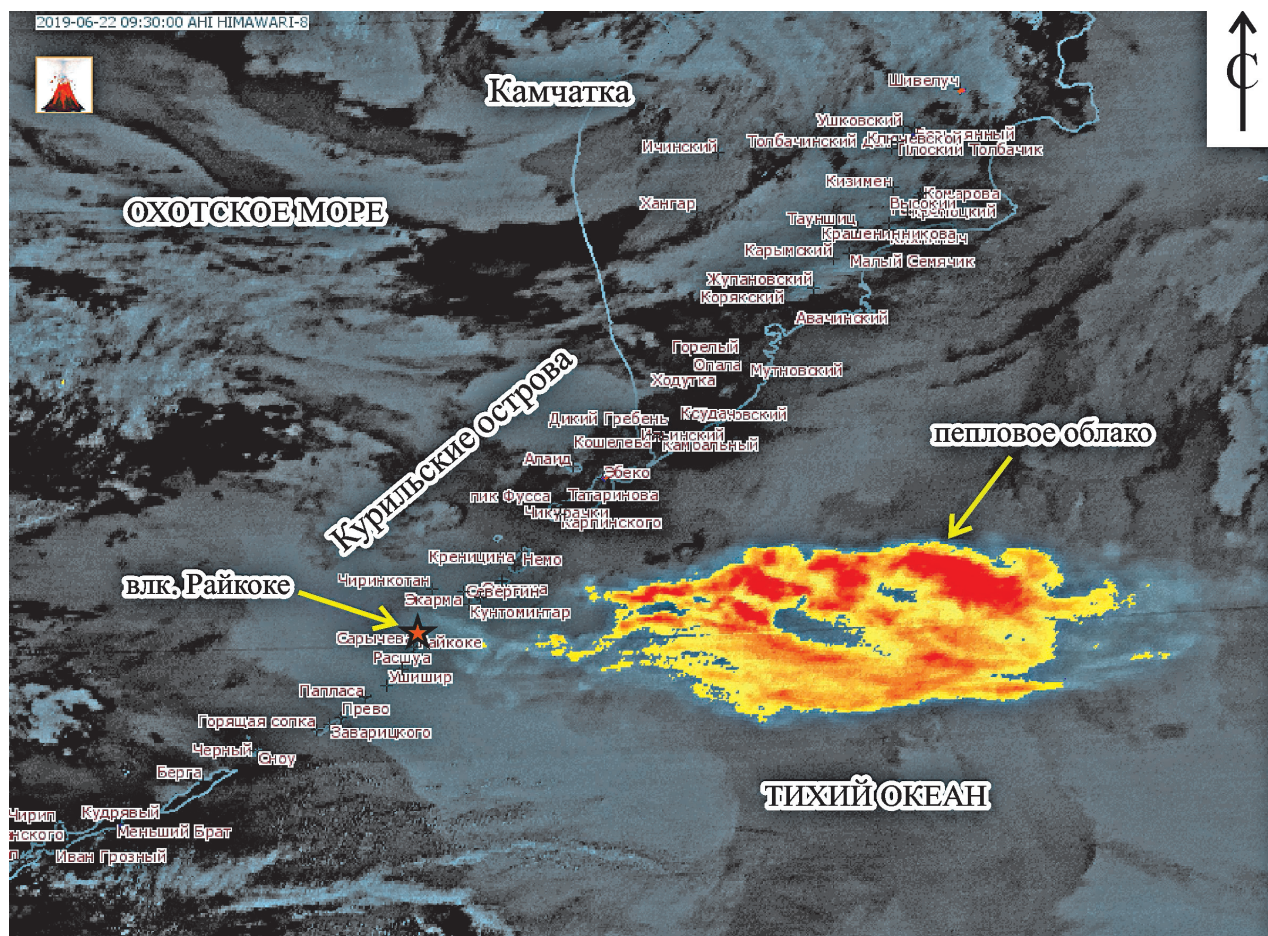


Рис. 6. Пепловое облако на спутниковом снимке Himawari-8, 22 июня, 09:30 UTC.

ная Африка) ([Clarisse et al., 2014]; <http://sacs.aeronomie.be/index.php>): он прослеживался вплоть до 12 июля 2019 г., суммарно покрыв площадь порядка нескольких десятков миллионов квадратных километров.

### Заключение

1. Мощное (VEI – 4) эксплозивное извержение влк. Райкоке (центральные Курилы) 21–25 июня 2019 г. наряду с извержением влк. Пик Сарычева в июне 2009 г. стало одним из самых сильных на Курильских островах в текущем столетии. Активная фаза извержения продолжалась порядка 15 ч. За это время наблюдались не менее 9 отдельных вулканических взрывов; фаза непрерывного поступления пирокластического материала длилась ~3.5 ч. Максимальная высота выбросов, по данным VAAC Токио, превышала 13 км над ур. м. Общая площадь пеплового облака, сформировавшегося в результате интенсивной эксплозивной деятельности влк. Райкоке, оценивается в ~227 тыс. км<sup>2</sup>. Можно предполагать, что сильное извержение влк. Райкоке в июне 2019 г. – характерное событие для текущего этапа развития рассматриваемой вулcano-магматической системы.

2. Пепловые облака представляли реальную угрозу для авиалиний северо-западной части Тихого океана, а также для морских судов, находившихся в прибрежной акватории центральных Курил. Благодаря слаженной работе VAAC Токио, Анкоридж и группы SVERT удалось избежать возможных отрицательных последствий, связанных с вулканическим пеплом.

3. По данным SACS, количество диоксида серы (SO<sub>2</sub>), поступившего при извержении влк. Райкоке в июне 2019 г., стало наибольшим за последние 8 лет.

### Список литературы

1. Гордеев Е.И., Гирина О.А., Лупян Е.А. и др. Информационная система VOLSATVIEW для решения задач мониторинга вулканической активности Камчат-

ки и Курил // *Вулканология и сейсмология*. 2016. № 6. С. 62–77. <https://doi.org/10.7868/s0203030616060043>

2. Горшков Г.С. *Вулканизм Курильской островной дуги*. М.: Наука, 1967. 288 с.

3. Дегтерев А.В. Пирокластические отложения извержения вулкана Пик Сарычева (о. Матуа) в июне 2009 г. // *Вулканология и сейсмология*. 2011. № 4. С. 60–68.

4. Ефремов В.Ю., Гирина О.А., Крамарева Л.С. и др. Создание информационного сервиса «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2012. Т. 9, № 5. С. 155–170.

5. Левин Б.В., Мелекесцев И.В., Рыбин А.В., Разжигаева Н.Г., Кравчуновская Е.А., Избеков П.Э., Дегтерев А.В., Жарков Р.В., Козлов Д.Н., Чибисова М.В., Власова И.И., Гурьянов В.Б., Коротеев И.Г., Харламов А.А., Макиннес Б. Экспедиция «Вулкан Пик Сарычева – 2010» (Курильские острова) // *Вестник ДВО РАН*. 2010. № 6. С. 152–159.

6. Мартынов Ю.А., Рыбин А.В., Дегтерев А.В. и др. Геохимическая эволюция вулканизма о. Матуа (Центральные Курилы) // *Тихоокеанская геология*. 2015. Т. 34, № 1. С. 13–24.

7. Полонский А.С. Курилы // *Краеведческий бюллетень*. 1994. № 3. С. 3–86.

8. Рыбин А.В., Чибисова М.В., Дегтерев А.В. Мониторинг вулканической активности на Курильских островах: 15 лет деятельности группы SVERT. *Геосистемы переходных зон*. 2018. Т. 2, № 3. С. 259–266. doi:10.30730/2541-8912.2018.2.3.259-266

9. Сноу Г. Записки о Курильских островах // *Краеведческий бюллетень*. 1992. № 1. С. 89–127.

10. Федорченко В.И., Абдурахманов А.И., Родионова Р.И. *Вулканизм Курильской островной дуги: геология и петрогенезис*. М.: Наука, 1989. 237 с.

11. Clarisse L., Coheur P.-F., Theys N., Hurtmans D., Clerbaux C. The 2011 Nabro eruption, a SO<sub>2</sub> plume height analysis using IASI measurements // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2014. P. 3095–3111. <https://doi.org/10.5194/acp-14-3095-2014>

12. Newhall C.G., Self S. The Volcanic Explosivity Index (VEI): an estimate of explosive magnitude for historical volcanism // *J. of Geophysical Research*. 1982. Vol. 87 (C2). P. 1231–1238. <https://doi.org/10.1029/jc087ic02p01231>

13. Rybin A., Chibisova M., Webley P. et al. Satellite and ground observations of the June 2009 eruption of Sarychev Peak volcano, Matua Island, Central Kuriles // *Bulletin of Volcanology*. 2011. Vol. 73, N 4. P. 40–56. <https://doi.org/10.1007/s00445-011-0481-0>

14. Tanakadate H. The volcanic activity in Japan during 1914–1924 // *Bulletin Volcanologique*. 1925. Vol. 1, N 3. P. 3–19. <https://doi.org/10.1007/bf02719558>

### Сведения об авторах

ДЕГТЕРЕВ Артем Владимирович (ORCID 0000-0001-8291-2289), кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, ЧИБИСОВА Марина Владимировна, научный сотрудник – лаборатория вулканологии и вулканопасности, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск.