

Экспедиции, полевые семинары, практики

УДК 551.21/23

DOI: 10.31431/1816-5524-2020-4-48-101-107

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ В 2020 г.

© 2020 Е.Г. Калачева

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

В данном сообщении приводится краткая характеристика экспедиционных работ на Курильских островах, выполненных в рамках темы НИР, проектов РНФ и РФФИ, реализующихся в лаборатории постмагматических процессов Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН. С целью изучения химической эрозии вулканических островов и для оценки гидротермального выноса магматических летучих, проведены гидрологические и гидрохимические работы на реках, дренирующих склоны и термальные поля вулканических массивов Синарка, Кунтоминтар (о. Шиашкотан), хребтов Вернадского и Карпинского (о. Парамушир). Выполнена инфракрасная съемка, измерен общий поток вулканического SO_2 и диффузионный поток CO_2 на термальных полях в кальдере вулкана Головнина. Для изучения взаимосвязи вулканической и гидротермальной деятельности вулкана Эбеко, сделана детальная гидрогеохимическая съемка на его термальных полях. Для дальнейших аналитических исследований в ходе экспедиционных работ отобрано большое число водных и газовых проб, собрана представительная коллекция пород и осадков.

Ключевые слова: Курильские острова, вулкан, термальные воды, вулканический газ, реки.

В летне-осенний период 2020 г. сотрудниками лаборатории постмагматических процессов Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН с участием коллег из других лабораторий института в рамках тем НИР, а также по грантам РНФ и РФФИ были проведены экспедиционные работы на о-вах Парамушир, Шиашкотан, Райкоке и Кунашир (рис. 1). Исследования были направлены на решение нескольких взаимосвязанных задач: изучение геохимических особенностей кислых термальных вод, разгружающихся на склонах активных вулканов, и их связь с вулканическими процессами; оценка гидротермального выноса магматических летучих (Cl и S); оценка скорости химической эрозии вулканических островов; оценка диффузионного потока CO_2 сквозь термальные поля и кратерные (кальдерные) озера.

Работы выполнялись в три этапа, разделенные во времени и по способу достижения островов: морская экспедиция на о-ва Шиашкотан, Райкоке, Парамушир (западное побережье);

работы на о. Парамушир в районе активного вулкана Эбеко; работы на о. Кунашир.

МОРСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ ПО ОСТРОВАМ РАЙКОКЕ, ШИАШКОТАН, ПАРАМУШИР

Регулярного сообщения между Курильскими островами не существует, и для работ на о-вах Шиашкотан, Райкоке и, частично, на о. Парамушир было арендовано маломерное судно «Ашура» (рис. 2), вмещающее до 8 пассажиров. Экспедиция состоялась с 17 по 31 июля. Краткую видеозарисовку о данной экспедиции можно посмотреть на канале YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=ANxZJifeues> или на сайте ИВиС ДВО РАН <http://www.kscnet.ru/ivs/media/picture.php?/2151/category/120>.

Остров Райкоке. Остров-вулкан Райкоке стал притягивать внимание ученых после эксплозивного извержения, произошедшего 21 июня 2019 г. В результате извержения, длившегося менее суток, склоны вулкана покрылись слоем пирокластического материала, значительно

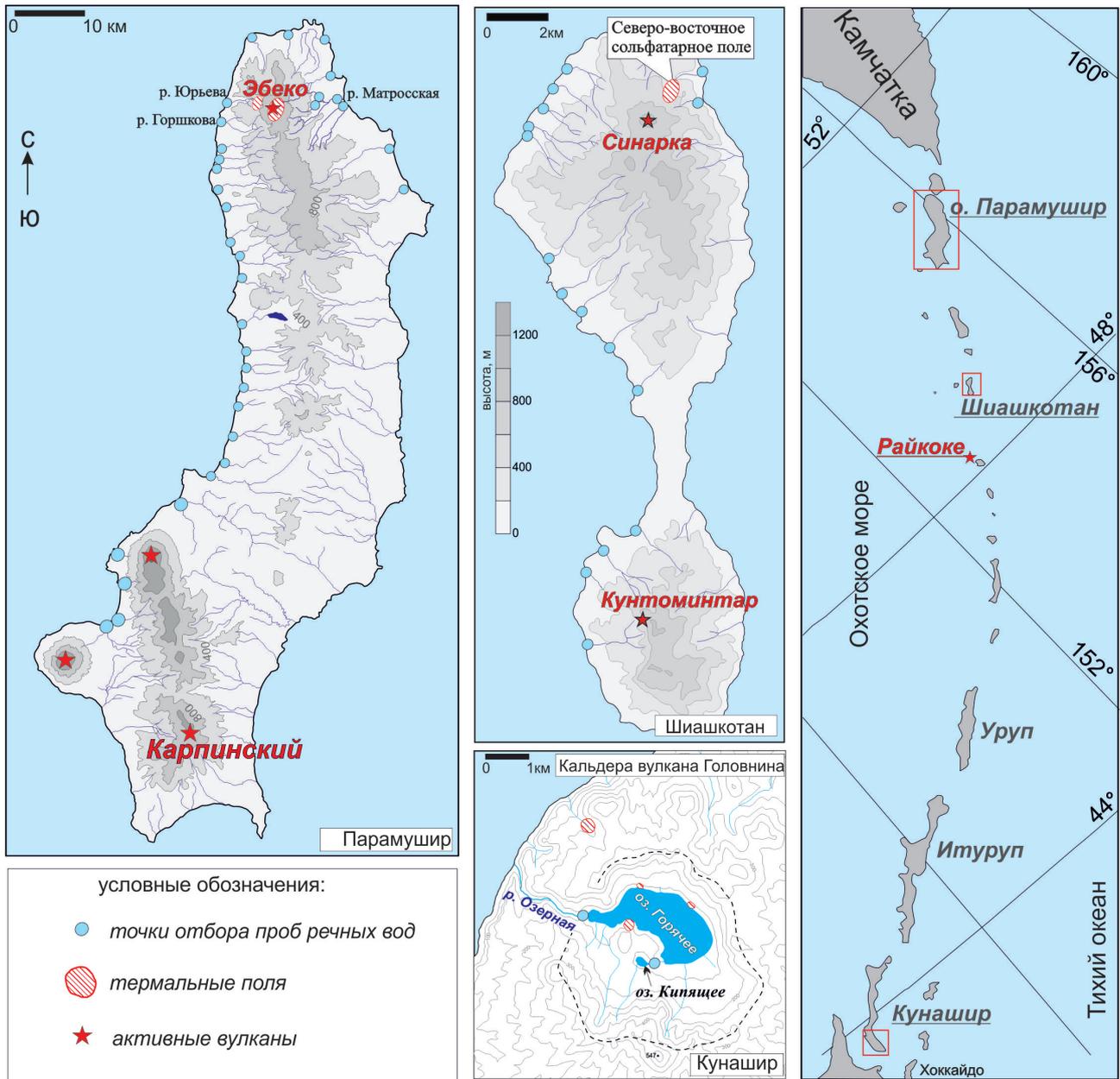


Рис. 1. Схема расположения Курильских островов и районов проведения экспедиционных работ.

Fig. 1. Location of the Kuril Islands and areas of expeditionary work.

расширился и углубился кратер, изменилась конфигурация береговой линии. Нашей точкой притяжения на этом маленьком острове стало озеро, образовавшееся в кратере после эксплозивного события. Данное озеро было обнаружено на спутниковых снимках сотрудником ИВиС ДВО РАН, членом нашего научного коллектива Д.В. Мельниковым (Мельников и др., 2020). Основной нашей задачей было гидрохимическое опробование этого недоступного для прямых измерений водоема с помощью беспилотного летательного аппарата. До начала экспедиции подобная методика забора воды была успешно апробирована на вулкане Мутновском (южная часть полуострова Камчатка). К сожалению,

по погодным условиям выполнить опробование на вулкане Райкоке не удалось. Плотное облако, окутавшее вершину вулкана (рис. 3), не позволило даже увидеть озеро. Целый день, проведенный на кромке кратера в холоде и тумане, так и не дал ожидаемых результатов.

Остров Шиаикотан. Основной задачей на этом острове стало изучение химической эрозии вулканических построек. Для этого были проведены гидрологические работы с параллельным гидрохимическим опробованием в устьях большинства рек, дренирующих склоны вулканических массивов Синарка и Кунтоминтар. Всего была совершена 21 высадка на берег и опробовано 36 водотоков. Мы также посетили



Рис. 2. Экспедиционное судно «Ашура» у берегов о. Шиашкотан (фото автора).

Fig. 2. Expeditionary ship «Ashura» of the coast of Shiashkotan Island (photo by the author).



Рис. 3. Остров-вулкан Райкоке. Фото автора.

Fig. 3. Raikoke Volcano Island. Photo by the author.

Северо-Восточное сольфатарное поле вулкана Синарка, где выполнили повторное (после 2016 г.) (Таран, Калачева, 2016) гидрогеохимическое опробование, сделали газовую съемку, используя дистанционные методы определения состава фумарольных газов и измерения расходов потока SO_2 . Уникальность данного термального поля заключается в его постоянном «движении». Со времен описаний 1960-х гг. (Мархинин, Стратула, 1977) нижняя, наиболее активная часть поля, переместилась более чем на 100 м и продолжает смещаться в северо-восточном направлении вдоль разломной зоны. Там, где еще три года назад росла трава и кустарники, образовались новые кипящие источники и пропаренные участки земли, а удивлявший ранее своими мощными выбросами пароводяной смеси источник «Черный Дракон» (Жарков и др., 2011) превратился в спокойный выход термальных вод с температурой 50°C (рис. 4).

Остров Парамушир. Основные работы на острове в рамках морской экспедиции были сосредоточены в устьях рек, дренирующих вулканические хребты Карпинского (южная часть острова) и Вернадского (северная часть острова) для оценки химического выветривания. Всего было выполнено 34 высадки на берег, опробовано 47 поверхностных водотоков с измерением их расходов. Отдельное внимание было уделено р. Юрьева (северо-западный склон вулкана Эбеко), в долине которой разгружаются ультракислые Верхне-Юрьевские источники. На протяжении последних 15 лет мы ведем здесь геохимический мониторинг с отбором проб термальных и речных вод. Отдельной задачей стало изучение последствий селевого потока, сошедшего по долине в 2017 г. и преобразовавшего

русло реки, сформировавшего значительный конус выноса в ее устье. Помимо традиционного измерения расхода в устье реки и гидрохимического опробования, впервые за весь период наблюдения была выполнена квадрокоптером фото- и видеосъемка долины и зоны смешения речных и морских вод (рис. 5), позволяющая оценить площадь распространения шлейфа с реки по акватории Охотского моря.

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ РАБОТЫ НА о. ПАРАМУШИР

После окончания морской экспедиции в период с 1 по 18 августа мы продолжили исследования в северной части о. Парамушир в районе действующего вулкана Эбеко (рис. 6). Для выявления откликов гидротермальной системы вулкана на продолжающееся с октября 2016 г. извержение необходимо было провести детальное гидрогеохимическое опробование термальных полей в его привершинной части. Также в задачи полевых работ входило выявление возможных неизвестных ранее зон разгрузки термальных вод в долинах рек, дренирующих склоны вулкана, оценка диффузионного потока CO_2 сквозь термальные поля, геологическое картирование. Были выполнены маршруты по долинам р. Матросская и ее притоков (р. Снежная, р. Кузьминка), р. Юрьева, р. Горшкова с химическим опробованием выходов подземных вод и речных вод на разных участках, измерением расходов рек в устьевых зонах, отбором образцов пород, слагающих борта долин. В прикратерной части вулкана были обследованы термальные поля внешнего восточного и юго-восточного склона, произведен отбор проб термальных вод



Рис. 4. Термальный источник «Черный Дракон» (Северо-Западное сольфатарное поле вулкана Синарка, о. Шашкотан): слева — 2007 г. (фото Р. В. Жаркова), справа — 2020 г. (фото автора).

Fig. 4. The thermal spring «Black Dragon» (North-West solfatara field of the Sinarka volcano, Shashkotan Island): on the left — 2007 (photo by R.V. Zharkov), on the right — 2020 (photo by the author).

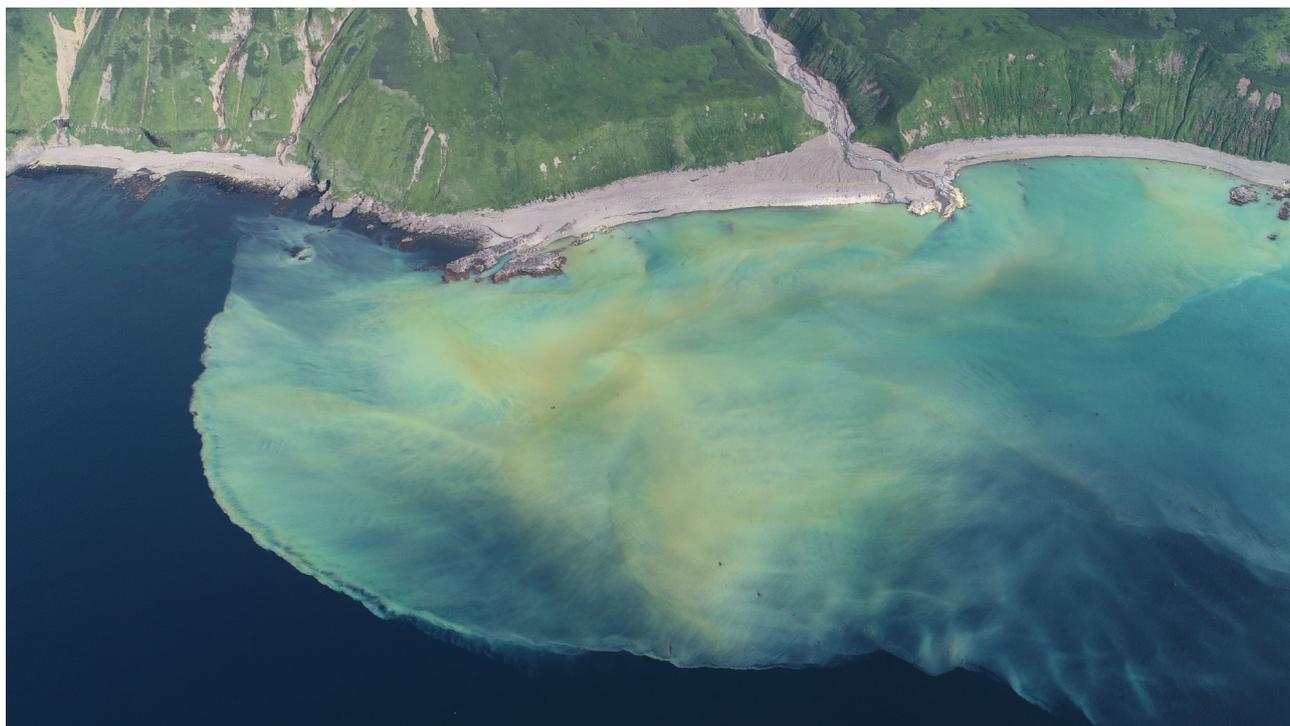


Рис. 5. Шлейф с р. Юрьева в Охотском море (о. Парамушир). Фото Д.В. Мельникова.

Fig. 5. The plume from the Yur'eva River in the Sea of Okhotsk (Paramushir Island). Photo by D.V. Melnikov.



Рис. 6. Кратеры вулкана Эбеко (о. Парамушир). Фото автора.

Fig. 6. Craters of the Ebeko volcano (Paramushir Island). Photo by the author.

и конденсатов фумарольных газов. Выполнены четыре профиля измерений диффузионного потока CO_2 с использованием метода накопительной камеры.

Всего в ходе работ было отобрано более 100 водных проб (реки, холодные и термальные источники) и проб конденсатов фумарольных газов, более 60 образцов каменного материала. Впервые обнаружены и опробованы кислые источники повышенной минерализации в верховья рек Снежная и Горшкова. Сделано детальное геохимическое опробование Верхне-Юрьевских источников, включая новые выходы, образовавшиеся после схода селевого потока по долине реки в 2017 г.

ЭКСПЕДИЦИЯ НА о. КУНАШИР

Экспедиционные работы были выполнены здесь в период с 7 по 19 сентября. Их основной объем был сосредоточен в кальдере вулкана Головнина, расположенного в южной части острова. В задачи вошли оценка водного и химического баланса озер Кипящее и Горячее, расчет выноса за пределы кальдеры породообразующих и магматических элементов, гидрогеохимическое и минералогическое опробование на наземных сольфатарных полях. Для этого были выполнены следующие виды работ:

- измерены дебиты и проведено химическое опробование всех водотоков, впадающих в озера;
- выполнен глубоководный отбор проб на оз. Горячее в местах расположения подводных термальных полей;
- проведены гидрологические и гидрохимические работы на единственной дренирующей кальдере р. Озерная и на реках, стекающих с внешних склонов вулкана;
- выполнена инфракрасная и фото (видео) съемки оз. Кипящее и прилегающей территории;
- проведен отбор проб термальных вод и фумарольных и свободно выделяющихся газов;
- проведен отбор проб гидротермальных осадков на сольфатарных полях в местах выходов термальных вод на поверхность.

Всего в ходе полевых работ было отобрано 27 проб речных вод, 20 — озерных, 43 — термальных источников и 30 проб осадков.

Впервые в кальдере вулкана были проведены работы по оценке диффузионного потока CO_2 сквозь термальные поля и озера, используя метод накопительной камеры, выполнена инфракрасная съемка в районе оз. Кипящее, измерен поток вулканического SO_2 .

Работы в кальдере вулкана Головнина выполнялись при постоянном содействии Государственного природного заповедника «Курильский». Информация о наших работах на террито-

рии о. Кунашир размещена на сайте заповедника <http://kurilskiy.ru/newspost/904>.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспедиции по отдельным Курильским островам 2020 г. закончились успешно и позволили получить много новых данных по геохимии термальных и речных вод, составу вулканических газов, вмещающих пород и осадков. Впервые были проведены гидрологические и гидрохимические работы на реках, дренирующих склоны активных вулканов Синарка, Кунтоминтар, Головнина, хребтов Вернадского и Карпинского, выполнена инфракрасная съемка и измерен диффузионный поток CO_2 на термальных полях кальдеры вулкана Головнина.

Отобрано большое число водных и газовых проб из термальных источников на о-вах Парамушир, Шиашкотан, Кунашир. Собрана большая коллекция пород и осадков. Последующая аналитическая работа с образцами с использованием современных методов химического и изотопного анализа, безусловно, даст новые важные результаты.

В 2021 г. мы планируем продолжить работы на Курильских островах. Мы хотим повторить попытку отбора водной пробы из озера в кратере вулкана Райкоке, провести дополнительные исследования на вышеперечисленных островах, а также выполнить гидрологические и гидрогеохимические работы на о-вах Ушишир, Кетой, Уруп, и Итуруп.

В заключительных словах хочу выразить огромную благодарность моим коллегам по экспедиционным работам Е.В. Волошиной, Т.А. Котенко, Л.В. Котенко, Д.В. Мельникову, Ю.Д. Кузьмину, К.В. Тарасову, О.М. Топчиевой, И.А. Бойковой за самоотверженный труд в сложных погодных и бытовых условиях на Курильских о-вах. Отдельные слова признательности адресую команде катера «Ашура» за профессионализм в своем деле, сотрудникам заповедника «Курильский» за всестороннюю помощь на о. Кунашир.

Морская экспедиция и экспедиция на о. Кунашир состоялись при финансовой поддержке гранта РФФ №20-17-00016 «Роль термальных вод в выносе магматических летучих и химической эрозии вулканических островов (на примере Курильской островной дуги)». Работы в северной части острова Парамушир выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ №20-05-00517\20 «Ультракислые гидротермальные системы как индикаторы вулканической активности (на примере вулкана Эбеко, о. Парамушир, Курильские острова)».

Список литературы [References]

- Жарков Р.В., Козлов Д.Н., Дегтерев А.В.* Современная фумарольная и гидротермальная активность вулкана Синарка (о. Шиашкотан, Курильские острова) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2011. № 1. Вып. 17. С. 179–185 [*Zharkov R.V., Kozlov D.N., Degterev A.V.* Modern fumarolic and hydrothermal activity of Sinarka volcano (Shiashkotan Island, Kuril Islands) // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2011. V. 1(17). P. 179–185 (in Russian)].
- Мархинин Е.К., Стратула Д.С.* Гидротермы Курильских островов. М.: Наука, 1977. 212 с. [*Markhinin E.K., Stratula D.S.* Hydrothermal systems of Kuril Islands. Moscow: Nauka, 1977. 212 p. (in Russian)].
- Мельников Д.В., Ушаков С.В., Гирин О.А., Маневич А.Г.* Формирование новых озер в Активной воронке Мутновского вулкана и кратера вулкана Райкоке // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы XXIII ежегодной научной конференции, посвященной Дню вулканолога. 2020. С. 42–44 [*Melnikov D.V., Ushakov S.V., Girina O.A., Manevich A.G.* Formation of new lakes in the Active funnel of Mutnovsky volcano and the crater of Raikoke volcano // Volcanism and related processes. Materials of the XXIII annual scientific conference dedicated to the Volcanologist Day. 2020. P. 42–44 (in Russian)].
- Таран Ю.А., Калачева Е.Г.* Курильская экспедиция РНФ, июль-август 2016: вплавь за летучими // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2016. № 3. Вып. 31. С. 85–93 [*Taran Y.A., Kalacheva E.G.* Kuril expedition of the Russian Science Foundation, July-August 2016: follow the volatile // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2016. №3(31). P. 85–93 (in Russian)].

EXPEDITIONAL EXPLORATION OF THE KURIL ISLANDS IN 2020

E.G. Kalacheva

*Institute of volcanology and seismology FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683006;
e-mail: keg@ksnet.ru*

This report provides a brief description of the field work on the Kuril Islands. It was performed within the framework of the R&D theme, projects of the RSF and the RFFR, which are realized in the laboratory of postmagmatic processes of the Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS. Hydrological and hydrochemical works were performed on the rivers draining the slopes and thermal fields of the Sinarka, Kuntomintar volcanic massifs (Shiashkotan Island), and the Vernadsky and Karpinsky Ridges (Paramushir Island). The study of the chemical erosion of volcanic islands and the assessment of the hydrothermal export of magmatic volatiles are the goals of this work. Infrared photography was taken and the total flux of volcanic SO₂ and diffusion flux of CO₂ were measured on thermal fields in the caldera of Golovnin volcano. A detailed hydrogeochemical survey was made on the thermal fields of the Ebeko volcano to study the relationship of volcanic and hydrothermal activity of the volcano. For further analytical work, a large number of water and gas samples were taken and a representative collection of rocks and sediments was collected during the expedition.

Keywords: Kuril Islands, volcano, thermal water, volcanic gas, river.

Поступила в редакцию 10.12.2020 г.
После доработки 12.12.2020 г.
Принята в печать 16.12.2020 г.