

## Экспедиции, полевые семинары, практики

УДК 551.21/23

DOI: 10.31431/1816-5524-2022-3-55-96-104

### МОРСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ НА КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА ЛЕТОМ 2022 г.

© 2022 Е.Г. Калачева

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

Поступила в редакцию 13.09.2022 г.; после доработки 15.09.2022 г.; принята к публикации 26.09.2022 г

Представлена краткая характеристика экспедиционных работ, выполненных сотрудниками Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН в рамках темы НИР и проекта РНФ на Курильских островах летом 2022 г. С целью изучения химической эрозии вулканических островов и для оценки гидротермального выноса магматических летучих, в дополнение к работам, выполненным в 2020 и 2021 гг., проведены гидрологические и гидрохимические исследования на реках, дренирующих склоны вулканических хребтов о-вов Парамушир, Онекотан и Шиашкотан. Впервые с помощью квадрокоптера проведено опробование бессточного озера Кольцевое, занимающего кальдеру вулкана Тао-Русыр (о. Онекотан). Выполнено детальное гидрохимическое опробование на термальных полях активных вулканов Синарка и Кунтоминтар (о. Шиашкотан), пополнен ряд режимных наблюдений за Верхне-Юрьевскими источниками (о. Парамушир). Для построения ортофотопланов и определения границ термоаномалий, на основных объектах исследования, параллельно с геохимическим опробованием, выполнялась аэрофото- и инфракрасная съемка. Для дальнейших аналитических исследований в ходе экспедиционных работ отобрано большое число водных и газовых проб, пополнена коллекция осадков.

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

В июле-августе 2022 г. сотрудниками лаборатории постмагматических процессов Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН с участием коллег из других лабораторий института в рамках тем НИР ИВиС ДВО РАН, а также по гранту РНФ №20-17-0016 были проведены экспедиционные работы на северных и центральных Курильских островах: Парамушир, Онекотан, Шиашкотан и Райкоке (рис. 1). В продолжение работ по гранту, начатых в 2020–2021 гг. (Калачева, 2020б, 2021), во время экспедиции необходимо было выполнить ряд геохимических и гидрологических исследований, которые позволяют уточнить уже полученные количественные и качественные оценки выноса вещества (летучих и породообразующих компонентов) в Охотское море и Тихий океан кислыми термальными водами Курильских островов.

Регулярного сообщения между Курильскими островами не существует и для работ на островах, как и в 2020 г., нами было арендовано маломерное судно «Ашура» (рис. 1, врезка), вмещающее до 8 пассажиров. Экспедиция состоялась в период с 20 июля по 7 августа. В составе полевого отряда было 6 сотрудников ИВиС ДВО РАН (Е.Г. Калачева, Е.В. Волошина, Т.А. Котенко, Д.Ю. Кузьмин, Д.В. Мельников, Л.А. Пташинский) (рис. 2).

В статье, в основном, использованы фотографии автора. Фотографии, сделанные другими участниками экспедиции, отмечены в подрисуночных подписях.

#### ОБЗОР ПРОВЕДЕНИХ РАБОТ

**Остров Райкоке.** После кратковременного извержения, произошедшего 21 июня 2019 г.

МОРСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ



**Рис. 1.** Схема расположения северных и центральных Курильских островов. На врезке показано маломерное судно «Ашурा».

**Fig. 1.** Schematic location of the Northern and Central Kuril Islands. The inset shows the small vessel «Ashura».



**Рис. 2.** Участники экспедиции на Курильские острова 2022 г. на фоне вулкана Пик Креницина и оз. Кольцевое, о. Онекотан. Слева направо: Е.В. Волошина, Л.А. Пташинский, Е.Г. Калачева (руководитель гранта РНФ № 20-17-00016), Т.А. Котенко, Д.В. Мельников, Д.Ю. Кузьмин (фото Д.В. Мельникова).

**Fig. 2.** Participants of the expedition to the Kuril Islands in 2022 against the background of the Krenitsin Peak volcano and Koltsevoe Lake, Onekotan Island. From left to right: E.V. Voloshina, L.A. Ptashinsky, E.G. Kalacheva (head of RSF grant № 20-17-00016), T.A. Kotenko, D.V. Melnikov, D.Yu. Kuzmin (photo by D.V. Melnikov).

(Блох и др., 2021; Рашидов и др., 2019; Фирстов и др., 2020; Smirnov et al., 2021), нашей точкой притяжения на этом маленьком острове-вулкане (площадь всего 4.6 км<sup>2</sup>) стало озеро, образовавшееся в кратере вскоре после взрывного события (рис. 3а) (Мельников и др., 2020). С целью определения его генезиса, необходимо было провести отбор водной пробы для дальнейшего химического анализа. Стенки кратера практически отвесные, поэтому гидрохимическое опробование озера возможно провести только используя беспилотный летательный аппарат. Первая попытка получить водную пробу была предпринята нами летом 2020 г. (Калачева, 2020б). Однако по погодным условиям выполнить работы на кратерном озере вулкана Райкоке не удалось. Плотное облако, окутавшее вершину вулкана, не позволило даже увидеть озеро. Целый день, проведенный на кромке кратера в холода и тумане, так и не дал ожидаемых результатов. В этом году мы повторили попытку, которая, к великому нашему сожалению, также не увенчалась успехом. Три дня мы кружили на «Ашуре» вокруг острова, выжидая улучшения видимости. Частично туман рассеивался, но плотная «шапка» первые два дня так и сидела на вершине. Утро третьего дня выдалось солнечным,

и мы увидели вулкан во все красе (рис. 3в, 3г). Радость наша и предвкушение получения заветных данных оказались преждевременными. Разогнавший облачность ветер поднял волну, высадка на берег оказалась под большим вопросом. Когда все же нашей группе удалось высадиться на остров и подняться к кратеру, погода вновь испортилась, остров окутал плотный слой тумана (рис. 3б). Пришлось, как и в 2020 г., покинуть этот район без заветной пробы воды.

**Остров Шиашкотан.** Основной задачей на этом острове стало продолжение работ, начатых в 2020 г. по изучению химической эрозии вулканических построек. Для этого были проведен блок гидрологических и гидрохимических работ в устьях рек, не охваченных прошлыми исследованиями. Выполнено детальное опробование термальных источников, ручьев и озер, расположенных в пределах двух крупных эрозионных кальдер вулканов Синарка (рис. 4 на 1-ой стр. обложки журнала) и Кунтоминтар (рис. 5). Характерной особенностью природных вод этих районов является кислая реакция ( $\text{pH} < 5$ ) и повышенная минеральная нагрузка. При смешении вод рек, дренирующих термальные источники вулкана Синарка (рис. 6а) и фумарольное поле вулкана Кунтоминтар (рис. 6в),

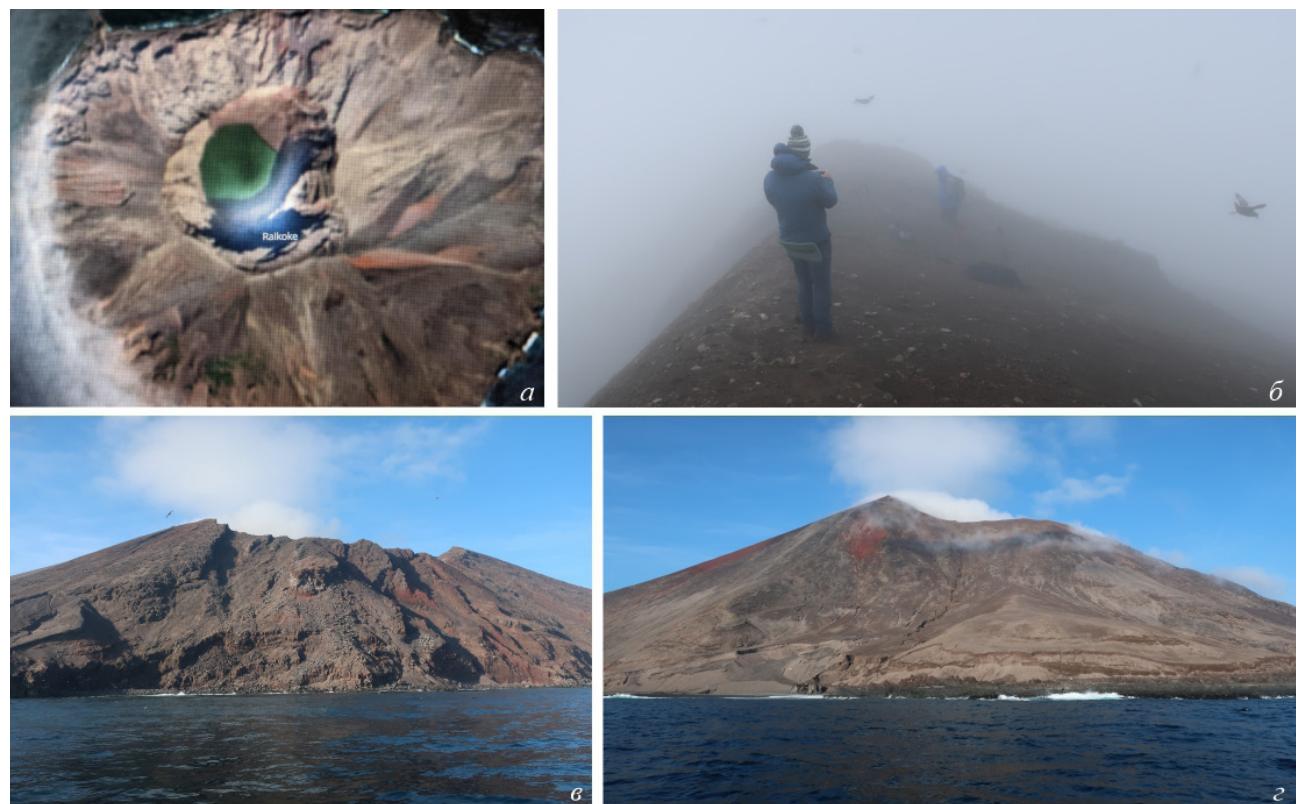


Рис. 3. Остров Райкоке: спутниковый снимок с кратерным озером (а), вершина вулкана Райкоке (б) (фото Л.А. Пташинского), вид на остров с севера (в) и юго-востока (г).

Fig. 3. Raikoke Island: satellite image with the crater lake (a), Raikoke Volcano crater (б) (photo by L.A. Ptashinsky), view of the island from the north (в) and southeast (г).



Рис. 5. Эрозионная кальдера вулкана Кунтоминтар.

Fig. 5. Erosion caldera of the Kuntomintar volcano.



Рис. 6. Термальные источники вулкана Синарка (а) и устье дренирующего ручья (б). Кратер вулкана Кунтоминтар (в) и устье дренирующего ручья (г).

Fig. 6. Thermal springs of the Sinarka volcano (a) and the mouth of the draining stream (b). Crater of the Kuntomintar volcano (c) and the mouth of the draining stream (d).

с морскими, формируются протяженные шлейфы, преимущественно состоящие из взвешенных частиц соединений алюминия и железа (рис. 6б, 6г). Мы также посетили Северо-Восточное сольфатарное поле вулкана Синарка (рис. 7), где выполнили режимное (после 2016, 2020 г.) гидрогоеохимическое опробование термопроявлений (Калачева, 2020б; Таран, Калачева, 2016). Следует отметить, что в 2016 и 2020 гг. работы на поле мы выполняли при сложных погодных условиях при плотном тумане и мелком дожде. Тогда это не дало нам возможности выполнить часть запланированных работ. Летом этого года остановка кардинально изменилась, день посещения сольфатарного поля выдался теплым и солнечным. Впервые мы смогли адекватно оценить площадь, занятую термопроявлениями, выполнить детальную геохимический съемку с отбором проб воды и газа, провести гидрологические работы на дренирующем поле руч. Серном от истоков до устья, сделать аэрофото- и инфракрасную съемки термального поля.

**Остров Онекотан.** Работы на данном острове в этом году мы проводили впервые. В прошлую морскую экспедицию (2020 г.) из-за ограниченного количества дней аренды судна пришлось пройти мимо. Северную и южную части о. Онекотан формируют сложные разновозрастные вулканические постройки, центральные части которых занимают правильные конусы действующих вулканов Пик Немо и Пик Креницина, соответственно. У северо-восточного подножия вулкана Пик Немо в кальдере Немо в форме полумесяца располагается бессточное кальдерное озеро Черное. Пик Креницина, возвышающийся в северной части кальдеры древнего вулкана Тао-Русыр со всех сторон окружен водами также бессточного озера Кольцевое (рис. 2). Если опробование оз. Черное не составило труда, то для забора воды из оз. Кольцевое, спуск к которому возможен только в одном месте и сопряжен с большими трудностями, был использован квадрокоптер. Методика дистанционного опробования нами уже неоднократно была апробирована на вулканах Камчатки и Курильских островов (Калачева, 2021; Калачева и др., 2022). К квадрокоптеру на длинном капроновом шнуре были привязаны в этот раз четыре пробирки общим объемом 200 мл, которые и погружались в озеро для забора воды.

Помимо изучения химического состава вулканических озер острова, основной задачей, как и на других островах, было определение параметров речного стока в Охотское море и Тихий океан. Были проведены гидрологические работы с параллельным гидрохимическим опробованием в устьях наиболее крупных рек — Кедровка, Ольховая и др.

**Остров Парамушир.** Работы на острове носили локальный характер. Как и в 2020 г. они были сосредоточены в устьях рек, дренирующих вулканические хребты Карпинского (южная часть острова) и Вернадского (северная часть острова) для оценки химического выветривания. Отдельное внимание было уделено р. Юрьева (северо-западный склон вулкана Эбеко), в долине которой разгружаются ультракислые Верхне-Юрьевские источники (рис. 1, 8). На протяжении последних 17 лет мы ведем здесь геохимический мониторинг с отбором проб термальных и речных вод (Калачева, 2020б; Калачева, Котенко, 2013; Kalacheva et al., 2016). В этом году мы также продолжили изучение преобразования русла реки после селевого потока, сошедшего по долине в 2017 г. Было выявлено, что обнажившиеся после схода водно-грязевого потока слабосцементированные гидротермально измененные породы в районе выходов термальных вод значительно промыты в период паводков (рис. 8в). В результате этого на отдельных участках русло реки углубилось на 1–1.5 м и источники, находившиеся ранее у уреза воды, теперь располагаются гипсометрически выше водной поверхности. Из-за значительного количества пепла, смываемого с бортов долины, вода р. Юрьева, некогда привлекавшая внимание своим красивым бирюзовым цветом, стала мутно-серой (рис. 8а, 8в). Мы сделали аэрофото- и инфракрасную съемку области разгрузки термальных вод, которые позволят оценить масштабы произошедших за последние два года изменений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Очередной экспедиционный год по Курильским островам закончился не так успешно, как бы нам хотелось. Однако, несмотря на сложные высадки, трудные маршруты, непредсказуемость погоды, усталость и горечь сожаления о невозможности достичь желаемого, мы сумели сохранить оптимизм и выполнить большую часть запланированных работ. Впервые с помощью беспилотной техники было проведено опробование оз. Кольцевое (кальдера вулкана Тао-Русыр, о. Онекотан) и выполнена аэрофотосъемка для составления ортофотоплана и определения морфометрических параметров озера. Впервые проведены гидрологические и гидрохимические работы на реках, дренирующих склоны активных вулканов Фусса, Карпинского (о. Парамушир). Сделана инфракрасная съемка термальных полей вулкана Синарка (о. Шиашкотан), выполнено режимное опробование ультракислых Верхне-Юрьевских источников (о. Парамушир). Для дальнейших аналитических исследований в ходе

МОРСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

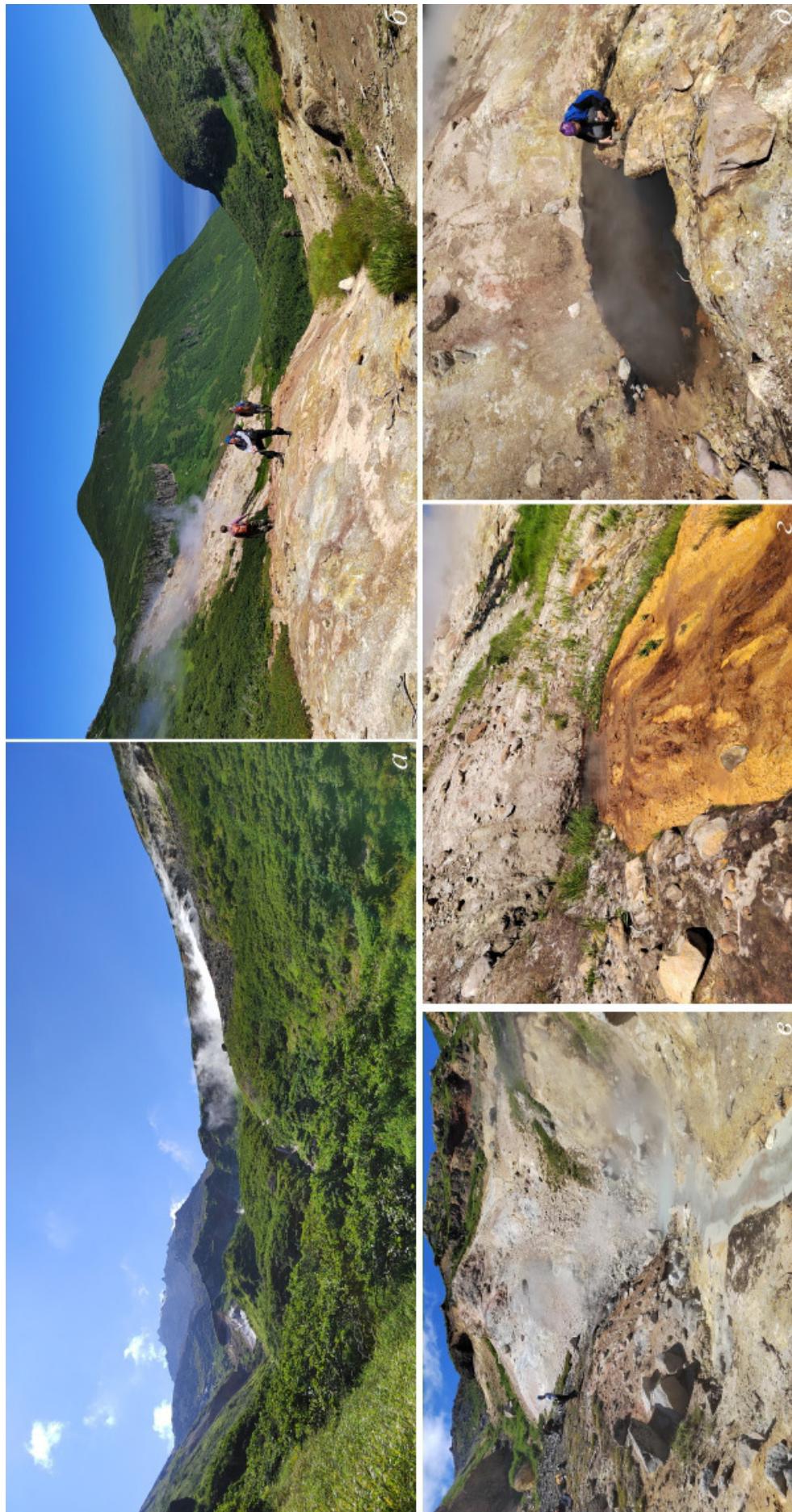


Рис. 7. Остров Шиашкотан. Северо-Восточное сольфатарное поле. Долина руч. Серный: вид с северо-востока (а) и юго-запада (б). Термальные источники (в-д).  
Fig. 7. Shiashkotan Island. The northeastern solfatar field. Serry Creek valley: view from the northeast (a) and southwest (b). Thermal springs (c-d).



Рис. 8. Долина р. Юрьева, о. Парамушир. Русло р. Юрьева (а), термальные источники (б, г), подмытые берега р. Юрьева (в).

Fig. 8. Yuryeva River valley, Paramushir Island. The Yuryev riverbed (a), thermal springs (б, г), washed-out banks of the Yuryeva River (в).

экспедиционных работ отобрано большое число водных и газовых проб, пополнена коллекция осадков. Получено большое количество фото и видеоматериалов, которые помогут отследить динамику изменений, происходящих на активных термальных полях и в речных долинах Курильских островов.

В заключительных словах хочу выразить огромную благодарность моим постоянным и новым коллегам по экспедиционным работам на Курильских островах: Е.В. Волошиной, Т.А. Котенко, Д.В. Мельникову, Д.Ю. Кузьмину, Л.А. Пташинскому за постоянную поддержку и желание продолжать работу, невзирая на все возникавшие сложности, как природного, так и бытового характера.

Отдельные слова признательности адресую команде маломерного судна «Ашур» за

достаточно высокий профессионализм в своем деле.

Морская экспедиция 2022 г. на северные и центральные Курильские острова состоялась при финансовой поддержке гранта РНФ №20-17-00016 «Роль термальных вод в выносе магматических летучих и химической эрозии вулканических островов (на примере Курильской островной дуги)».

#### Список литературы [References]

Блокh Ю.И., Бондаренко В.И., Долгаль А.С. и др. Вулканический массив Райкоке (Курильская островная дуга) // Вулканология и сейсмология. 2021. № 4. С. 61–80. <https://doi.org/10.31857/S0203030621030020> [Blokh Yu.I., Bondarenko V.I., Dolgal A.S. et al. The Raikoke Volcanic Massif, Kuril Island Arc // Journal of Volcanology and Seismology,

## МОРСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

2021. V. 15. № 4. P. 273–291. <https://doi.org/10.1134/S0742046321030027>.

**Калачева Е.Г.** Геохимический мониторинг Верхне-Юрьевских источников (с 1955 по 2019 гг.) (о. Парамушир, Курильские острова) // Вулканализм и связанные с ним процессы. Материалы XXIII ежегодной научной конференции, посвященной Дню вулканолога, 2020 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН. 2020а. С. 171–174 [*Kalacheva E.G. Geokhimicheskiy monitoring Verkhne-Yuryevskikh istochnikov (s 1955 po 2019 gg.) (o. Paramushir, Kuril'skiye ostrova) // Vulkanizm i svyazannyye s nim protsessy. Materialy XXIII yezhegodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy Dnyu vulkanologa, 2020 g. Petropavlovsk-Kamchatsky: IViS DVO RAN, 2020a. P. 171–174 (in Russian)*].

**Калачева Е.Г.** Экспедиционные исследования Курильских островов в 2020 г. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2020б. № 4. Вып. 48. С. 101–107. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2020-4-48-101-107> [*Kalacheva E.G. Expeditional exploration of the Kuril Islands in 2020 // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2020b. № 4(48). P. 101–107 (in Russian)*].

**Калачева Е.Г.** Экспедиционные исследования Курильских островов в 2021 г. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2021. № 3. Вып. 51. С. 101–109 <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2022-3-51-101-110> [*Kalacheva E.G. Expeditional exploration of the Kuril Islands in 2021 // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2021. № 3(51). P. 101–109 (in Russian)*].

**Калачева Е.Г., Котенко Т.А.** Химический состав вод и условия формирования Верхне-Юрьевских термальных источников (о. Парамушир, Курильские острова) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2013. № 2. Вып. 22. С. 55–68 [*Kalacheva E.G., Kotenko T.A. The chemical composition of waters and the conditions for the formation of the Upper Yuryevsky thermal springs (Paramushir Island, the Kuril Islands) // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2013. № 2(22). P. 55–68 (in Russian)*].

**Калачева Е.Г., Мельников Д.В., Волошина Е.В., Карпов Г.А.** Геохимия вод кратерного озера вулкана Малый Семячик // Вулканология и сейсмология, 2022. № 3. С. 28–42. <https://doi.org/10.31857/S0203030622030026> [*Kalacheva E.G., Melnikov D.V., Voloshina E.V., Karpov G.A. Geochemistry of the waters of the crater lake of the Maly Semyachik volcano // Volcanology and seismology, 2022. № 3. P. 28–42. https://doi.org/10.1134/s0742046322030022*].

**Мельников Д.В., Ушаков С.В., Гирина О.А., Маневич А.Г.** Формирование новых озер в Активной воронке Мутновского вулкана и кратера вулкана

Райкоке // Вулканализм и связанные с ним процессы. Материалы XXIII ежегодной научной конференции, посвященной Дню вулканолога, 2020 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН. 2020. С. 42–44 [*Melnikov D.V., Ushakov S.V., Girina O.A., Manevich A.G. Formirovaniye novykh ozer v Aktivnoy voronke Mutnovskogo vulkana i kratera vulkana Raykoke // Vulkanizm i svyazannyye s nim protsessy. Materialy XXIII yezhegodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy Dnyu vulkanologa, 2020 g. Petropavlovsk-Kamchatsky: IViS DVO RAN. 2020. P. 42–44 (in Russian)*].

**Рашидов В.А., Гирина О.А., Озеров А.Ю., Павлов Н.Н.** Извержение вулкана Райкоке (Курильские острова) в июне 2019 г. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2019. № 2. Вып. 42. С. 5–8. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2019-2-42-5-8> [*Rashidov V.A., Girina O.A., Ozerov A.Yu., Pavlov N.N. The June 2019. Eruption of Raikoke Volcano (the Kurile Islands) // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2019. № 2(42). P. 5–8 (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 Yu.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)*].

**Фирстов П.П., Попов О.Е., Лобачева М.А. и др.** Волновые возмущения в атмосфере, сопровождавшие извержение вулкана Райкоке (Курильские острова) 21–22 июня 2019 г. // Геосистемы переходных зон. 2020. Т. 4. № 1. С. 71–81. <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2020.4.1.071-081> [*Firstov P.P., Popov O.E., Lobacheva M.A. et al. Wave perturbations in the atmosphere accompanying the eruption of the Raykoke volcano (Kuril Islands) 21–22 June, 2019 // Geosystems of Transition Zones. 2020. V. 4. № 1. P. 71–81 (in Russian)*].

**Kalacheva E., Taran Yu., Kotenko T. et al.** Volcano-hydrothermal system of Ebeko volcano, Paramushir, Kuril Islands: Geochemistry and solute fluxes of magmatic chlorine and sulfur // Journal of Volcanology and Geothermal Research, 2016, V. 310. P. 118–131. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2015.11.006>

**Смирнов С.З., Низаметдинов И.Р., Тимина Т.Ю. и др.** Высокая взрывоопасность извержения вулкана Райкоке 21 июня 2019 г. (Центральные Курильские острова): минералогические и петрологические ограничения на пирокластические материалы // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2021. V. 418. 107346. 15 p. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107346>

КАЛАЧЕВА  
SEA EXPEDITION TO THE KURIL ISLANDS IN SUMMER 2022

**E.G. Kalacheva**

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

Received September 13, 2022; revised September 15, 2022; accepted September 26, 2022

This report presents a brief description of the expeditionary work performed by the staff of the Institute of Volcanology and Seismology, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences as part of the research topic and the Russian Science Foundation project on the Kuril Islands in the summer of 2022. In order to study the chemical erosion of volcanic islands and to assess the hydrothermal removal of magmatic volatiles, in addition to the works carried out in 2020 and 2021, hydrological and hydrochemical studies were conducted on the rivers draining the slopes of the volcanic ridges of the Paramushir, Onekotan and Shiashkotan islands. For the first time, with the help of a quadrocopter, sampling of the endorheic Lake Koltsevoe, which occupies the caldera of the Tao-Rusyr volcano (Onekotan Island), was carried out. A detailed hydrochemical testing on the thermal fields of the active volcanoes Sinarka and Kuntomintar (Shiashkotan Island) was performed, a number of regime observations of the Upper Yuryevsk springs (Paramushir Island) were replenished. In order to construct orthophotomaps and determine the boundaries of thermal anomalies, aerial and infrared surveys were carried out at the main study sites in parallel with geochemical sampling. A large number of water and gas samples were taken for further analytical studies during the expedition and the collection of sediments was replenished.

*Keywords:* *expedition, Kuril Islands, volcano, thermal waters, volcanic gas.*