

Е. В. Цибизова^{1}, С. С. Волынкин¹, С. П. Коханова¹*

Газоэманационная съемка термального поля влк. Баранского

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: tsibizovaev@ipgg.sbras.ru

Аннотация. В рамках полевых работ на влк. Баранского (Южные Курилы) в сентябре 2022 года проведена газоэманационная съёмка на термальном поле, расположенном на юго-западном склоне вулкана. С применением газоанализатора ГАНК-4 были проведены измерения концентрации 5 газов в 22 точках: метана, сероводорода, сероуглерода, диметилсульфида, диметилсульфоксида. Наблюдаемые превышения ПДК (в атмосферном воздухе) делают опасным регулярное длительное пребывание в этой зоне без средств индивидуальной защиты. Наблюдается положительная ранговая корреляция между концентрациями всех газов, кроме диметилсульфоксида, что может говорить об его ином происхождении по сравнению с другими газами. В дальнейшем планируется комплексная интерпретация результатов газоэманационной съёмки с данными, полученными методами электротомографии и геохимического опробования с целью выявления особенностей взаимодействия системы газ-вода-порода в условиях термального поля.

Ключевые слова: фумаролы, концентрации газов, Итуруп

E. V. Tsibizova^{1}, S. S. Volynkin¹, S. P. Kohanova¹*

Gas emanation survey of the volk. Baransky thermal field

¹ Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS,
Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: tsibizovaev@ipgg.sbras.ru

Abstract. As part of field work on the Baransky (Southern Kuriles) in September 2022, a gas emanation survey was carried out on a thermal field located on the southwestern slope of the volcano. Gas analyzer GANK-4 measured concentrations of 5 gases at 22 points: methane, hydrogen sulfide, carbon disulfide, dimethyl sulfide, dimethyl sulfoxide. Concentrations significantly exceed the MPC, which makes it dangerous to regularly stay in this zone for a long time. There is a positive rank correlation between the concentrations of all gases except dimethyl sulfoxide, which may indicate its different origin compared to other gases. In the future, a comprehensive interpretation of the results of gas emission survey with the results of other methods is planned in order to identify the features of the interaction of the gas-water-rock system in a thermal field.

Keywords: fumarole, gas concentration, Iturup

Введение

Термальные поля привлекают внимание многих исследователей в связи с вопросами открытия месторождений ценных металлов, использования геотермальной энергии, развития бальнеологических комплексов и туризма, интересны природа и свойства как самих горячих растворов и газовых смесей, так и их ис-

точников. Вулкан Баранского расположен на юге центральной части о. Итуруп (Южные Курилы). Это действующий стратовулкан, последнее извержение которого было в 1951 г., в настоящее время наблюдается сильная фумарольная и термальная активность. На юго-западном склоне вулкана в долине с высокими бортами расположено одно из таких термальных полей (рис. 1), характеризующееся наличием небольшого термального озера с низким рН, из которого вытекает ручей Кипящий, и привлекающее большое количество туристов. Выше по склону на исследуемом участке термального поля наблюдаются различные газогидротермальные проявления, при этом растворы стекают вниз и впадают в ручей Кипящий, часть выделяющихся газов уносится воздушными потоками также в направлении ручья Кипящего. На данном этапе работы была поставлена задача оценки безопасности посещения термального поля туристами. Состав растворов на этом участке изучен детально [1-3], однако газоэманационная съёмка была проведена впервые.



Рис. 1. Участок работ, показан красным прямоугольником

Методика

Замеры содержания газов были выполнены в 22 точках (рис. 2).

Газовая съёмка проводилась с применением переносного газоанализатора ГАНК-4 (ООО "НПО "ПРИБОР" ГАНК", г. Москва) вдоль ручья с шагом 15-20 м. Измерения проводились с использованием встроенного датчика (сероуглерод, диметилсульфид, диметилсульфоксид, метан) или химкассеты (сероводород). Диапазоны измерений для указанных веществ и предельно допустимые концентрации приведены в табл. 1.

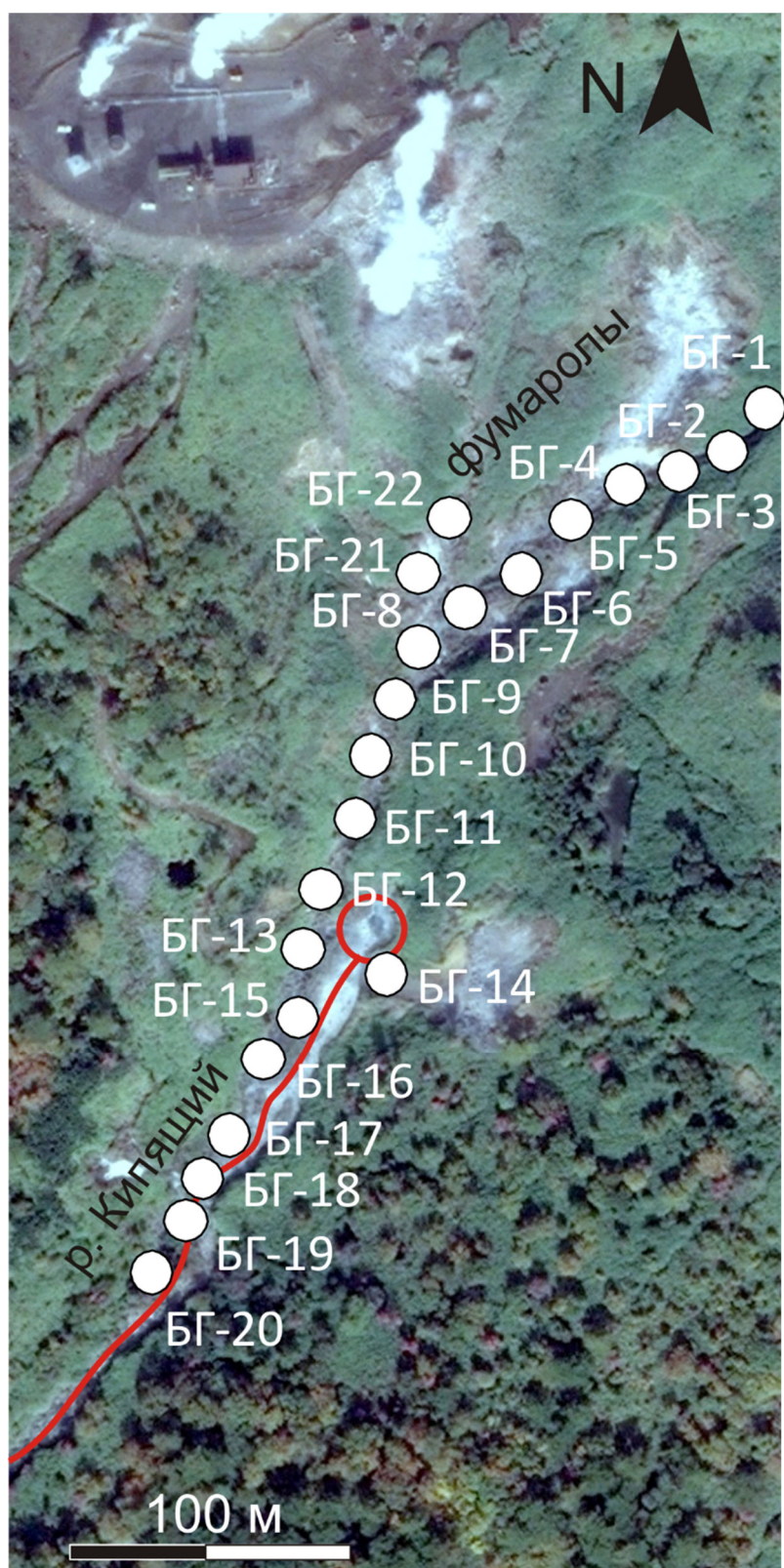


Рис. 2. Исследуемый участок термального поля, точки измерения концентраций газов. Красным выделены кипящее озеро и вытекающий из него р. Кипящий.

Таблица 1

Измеренные газы, их предельно допустимые концентрации [4]
и диапазон измерений прибора ГАНК-4, мг/м³

Вещество	Формула	В атмосферном воздухе город- ских и сельских поселений	В воздухе рабочей зоны (с наличием СИЗ)	Диапазон измерений ГАНК-4,
		ПДК _{МР}	ПДК	
Сероуглерод	CS ₂	0.03	3	0.0025 – 5.0
Диметилсульфид (ДМС)	C ₂ H ₆ S	0.08	50	0.04 – 25.0
Диметилсульфоксид (ДМСО)	(CH ₃) ₂ SO	-	20	0.05 – 10.0
Метан	CH ₄	-	7000	25 – 3500
Дигидросульфид (се- роводород)	H ₂ S	0.008	3 (10)	0.004 – 5.0

Примечание: ПДК_{МР} – максимально разовая ПДК

Результаты и обсуждение

Точки БГ-1 – БГ-20 расположены в долине ручья, который течет по склону вниз по направлению от точки БГ-1 к точке БГ-20, к этой долине в районе точки БГ-8 примыкает долина другого ручья, который течет по направлению от точки БГ-22 к точке БГ-21. По берегам и в бортах ручьёв расположены газовые выходы (фумаролы) в районе точек БГ-21, БГ-0 – БГ-8. Ниже по склону в районе точек БГ-11 и БГ-12 расположено горячее кислотное озеро. В точке БГ-18 протекает ручей, берущий начало в небольшом котле, дно котла и ручья на всем протяжении покрыто желтовато-белым налётом.

Концентрации измеренных газов многократно превышают ПДК_{МР} почти во всех точках. Наиболее высокие концентрации наблюдаются в точках, расположенных возле фумарол (табл. 2). Концентрация сероуглерода, ДМСО, метана и сероводорода ниже ПДК_{МР} в точке БГ-9. Эта точка расположена в небольшом понижении ниже по склону от фумарол и, по-видимому, в эту зону газы практически не попадают (ветер рассеивает их или проносит мимо). Ниже по склону в районе точек БГ-11 и БГ-12 расположен северный край кислотного озера, концентрации газов здесь снова возрастают. Одна из самых высоких концентраций зафиксирована в точке БГ-18, здесь также ощущается запах сероводорода. При измерении концентраций газов в воздухе над котлом прибор зашкаливал.

Таблица 2

Концентрации измеренных газов. <ПО – больше предела обнаружения

точка	примерное расстояние, м	Концентрации газов, мг/м ³				
		CS ₂	ДМС	ДМСО	CH ₄	H ₂ S
БГ-1	1	0.43	>ПО	0.33	75	0.52
БГ-2	15	1.5	4.3	1.4	420	1.4
БГ-3	30	0.85	15	8.0	990	1.6
БГ-4	45	0.24	1.4	3.5	330	0.91
БГ-5	60	1.2	7.1	3.9	440	1.2
БГ-6	75	0.59	3.2	1.8	100	0.60
БГ-7	90	0.73	5.0	6.9	330	0.61
БГ-8	105	1.5	23	>ПО	870	5.2
БГ-9	120	0.0026	0.17	>ПО	29	>ПО
БГ-10	135	0.056	0.81	3.2	150	0.040
БГ-11	150	1.1	10	0.30	190	0.27
БГ-12	165	0.98	1.9	2.1	110	1.2
БГ-13	180	>ПО	>ПО	0.10	29	0.17
БГ-14	195	0.34	0.42	>ПО	60	1.5
БГ-15	210	>ПО	>ПО	>ПО	>ПО	0.16
БГ-16	225	>ПО	>ПО	>ПО	>ПО	>ПО
БГ-17	240	>ПО	>ПО	>ПО	>ПО	>ПО
БГ-18	255	1.3	7.4	1.2	390	0.34
БГ-19	270	>ПО	3.1	0.059	>ПО	0.005
БГ-20	285	>ПО	>ПО	>ПО	>ПО	>ПО

Примечание: ПО – предел обнаружения

Были посчитаны коэффициенты ранговой корреляции между концентрациями газов (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты ранговой корреляции между концентрациями измеренных газов

Коэфф. ранговой корреляции	CS ₂	C ₂ H ₆ S	(CH ₃) ₂ SO	CH ₄	H ₂ S
CS ₂	-	0.7	0.3	0.7	0.6
C ₂ H ₆ S	0.7	-	0.3	0.9	0.8
(CH ₃) ₂ SO	0.3	0.3	-	0.6	0.1
CH ₄	0.7	0.9	0.6	-	0.7
H ₂ S	0.6	0.8	0.1	0.7	-

Значимая положительная корреляция (более 0.5) наблюдается между всеми газами кроме ДМСО, который коррелирует только с метаном (рис. 3).

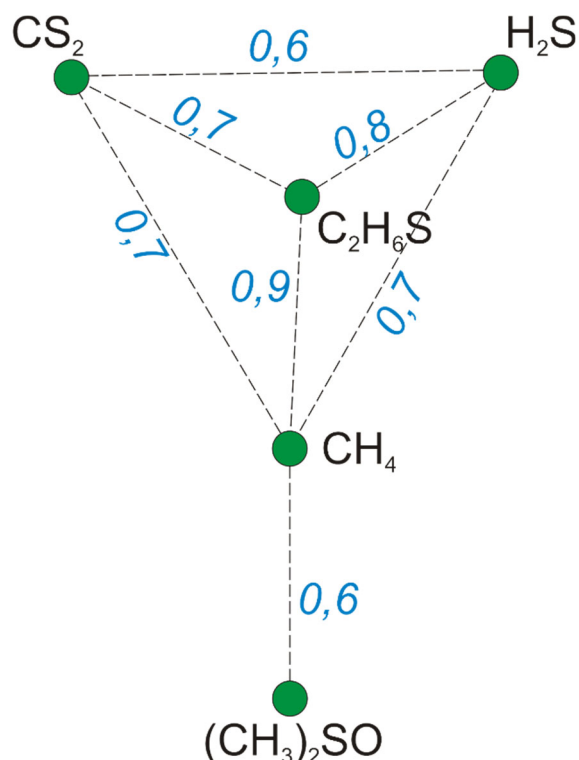


Рис. 3. Значимая корреляция между концентрациями веществ, коэффициенты корреляции приведены синим цветом.

Такие корреляции могут свидетельствовать о существовании по меньшей мере двух источников газов, один из которых выделяет метан, сероводород, сероуглерод и ДМС, а другой – метан и ДМСО. По другой версии образование ДМСО происходит при непосредственном участии выделяемого метана.

Заключение

Примененная в данном случае методика газовой съёмки подходит для оценки загрязнения воздуха, однако для более точной оценки требуются длительные и регулярные наблюдения.

Концентрации измеренных газов выше ПДК_{МР}, таким образом, даже кратковременное посещение долины р. Кипящего может быть опасно. Как туристам, так и проводникам туристических групп, которые регулярно посещают это место, рекомендуется пользоваться средствами защиты и проводить профилактику отравления.

В дальнейшем планируется совместный анализ данных газовой съёмки с данными других исследований, проведенных авторами в этом районе (опробование водотоков, минеральных осадков и отложений из растворов и газовых смесей, электротомография), что позволит уточнить конфигурацию путей выхода газогид-

ротерм, геохимическую специфику вод и газов, участие в формировании состава глубинных источников.

Благодарности

Авторы благодарят за помощь в проведении полевых работ Сержантову Е. А., Новикова Ю. В. Работа выполнена при поддержке проекта FWZZ-2022-0029, а также проекта РНФ № 22-27-00618.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жарков Р. В. Типы термальных вод Южных Курил и севера Сахалина и их влияние на ландшафты // Автореф. дисс. канд. геогр. наук. Хабаровск. – 2008.
2. Калачева Е. Г. Химический состав и условия формирования ультракислых термальных вулканических вод Курильской островной дуги // Вулканизм и связанные с ним процессы. – 2022. – С. 123-126.
3. Kalacheva E. G. Taran Y. A., Kotenko T. A., Voloshina E. V., Erdnieva D. M. Ultra Acid Sulfate Chloride Waters of Baransky Volcano on Iturup Island, Kurils. The Composition and Output of Magmatic and Rock-Forming Components // Journal of Volcanology and Seismology. – 2022. – Т. 16. – №. 5. – С. 349-364.
4. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" (Зарегистрирован 29.01.2021 № 62296).

© Е. В. Цибизова, С. С. Волынкин, С. П. Коханова, 2023