

рН-метрия термальных источников окрестности гейзера Шаман (кальдера Узон, Камчатка)

А.В. Сергеева¹, Н.Б. Журавлев¹, А.В. Кирюхин^{1,2}

¹*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: anastavalers@gmail.com*

²*Кроноцкий Государственный Биосферный Заповедник, Камчатский край, Елизово*

В работе приведены результаты измерения рН и температуры термальных источников в окрестности гейзера Шаман (Мутный). Обнаружено, что по рН источники делятся на две группы, с показателем кислотности 2.64 и 5.8. Температура кислых источников ниже, чем у источников со слабокислым рН.

Введение

Кальдера Узон расположена в Кроноцком заповеднике, на Северо-Востоке Центральной Камчатки. Кольцевая вулcano-тектоническая структура – кальдера Узон – приурочена к крупному верхнеплейстоценовому вулканическому центру, расположенному почти в центральной части Камчатки. В кальдере локализована современная высокотемпературная гидротермальная система, проявляющаяся на поверхности выходами термальных источников, грязевых котлов и грязевых «микровулканичков», термальных озёр и площадок прогретых пород. Гидротермальная система в кальдере характеризуется проявлениями высокоминерализованных гидротерм хлоридно-натриевого состава с широкой дифференциацией типов терм – от кислых до субщелочных [1].

Особенностью кальдеры является наличие молодого гейзера Шаман (Мутный) с циклом около двух часов. В извергающемся растворе преобладает хлорид натрия, присутствуют сульфаты щелочных и щелочноземельных металлов, а также небольшое количество гидрокарбонатов, рН находится в пределах 5.5 ± 1 . В окрестности гейзера были измерены рН и T термальных источников, чтобы определить, непрерывно ли меняется кислотность и температура разгрузок, или источники делятся на вполне отличимые группы.

Методика измерений

рН термальных растворов был измерен с помощью портативного полевого рН-метра, откалиброванного по трем буферным растворам. Температура измерялась термопарой. Были опробованы 43 точки. Затем были построены интегральные кривые распределения для температуры и рН (по отдельности), каждая интегральная кривая распределения была сглажена полиномом второй степени по десяти точкам и продифференцирована. Полученные дифференциальные кривые распределения были описаны суммой гауссовых кривых.

Результаты и обсуждение

Точки, в которых производились замеры рН, показаны на рис. 1.

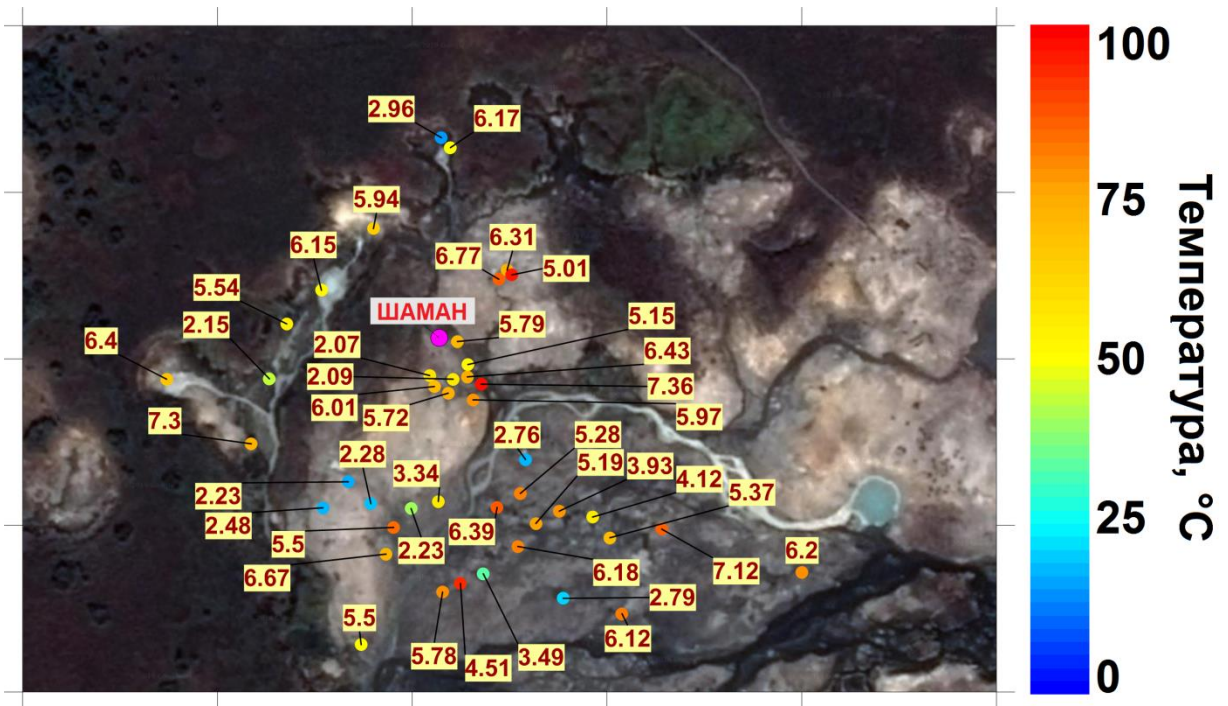


Рис. 1. Поверхность участка, в разгрузках которого были сделаны замеры рН.

Распределение источников по значению рН показано на рисунке 2. Распределение бимодально, то есть обнаруживаются две группы источников, с рН 2.64 и 5.80. Пространственной закономерности в их расположении не наблюдается.

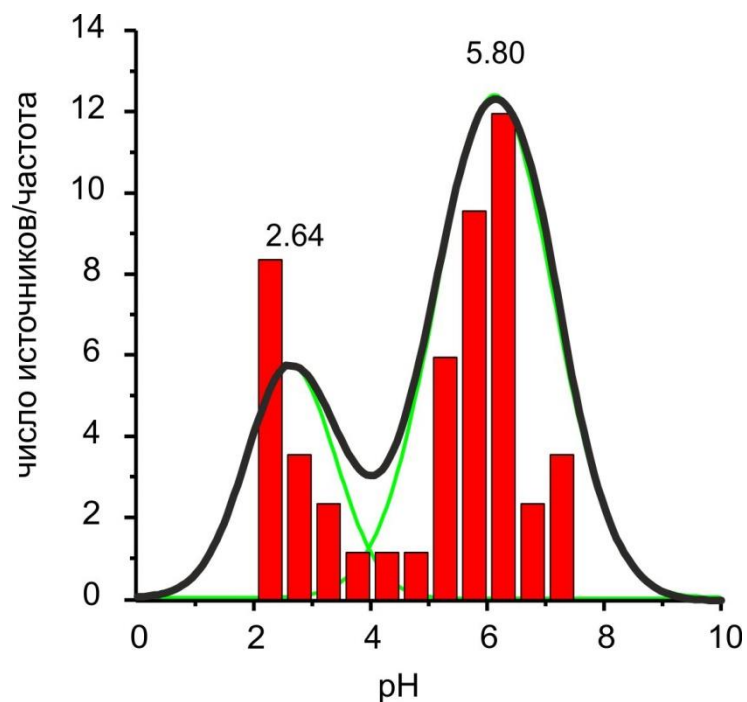


Рис. 2. Гистограмма, отражающая распределение термальных источников по рН.

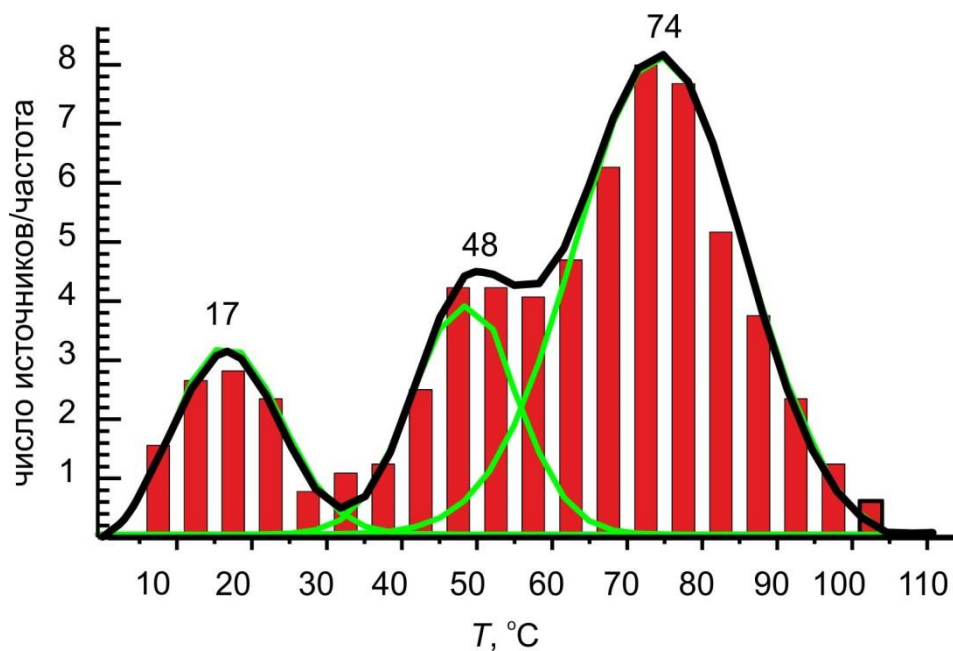


Рис. 3. Распределение термальных источников по температуре.

Распределение источников по температуре трехмодно (рис. 3), наибольшее число источников принадлежит моде с температурой 74 °С. На втором месте по частоте встречаемости находятся источники с температурой около 48 °С. Холодные источники, имеющие температуру атмосферы или чуть выше, занимают третье место.

На рисунке 4 источники сгруппированы по значениям рН и T . Наиболее кислыми являются холодные источники с температурой атмосферы. Горячие источники имеют близнеутральный рН, небольшая группа промежуточных источников имеет среднюю температуру и слабокислый рН. Возможно, по мере остывания и контакта с кислородом воздуха, горячие источники становятся более кислыми. Причина понижения рН – в образовании соединений Fe^{3+} в результате окисления, также возможно накопление солей Fe^{3+} и Al^{3+} , что также приводит к падению рН.

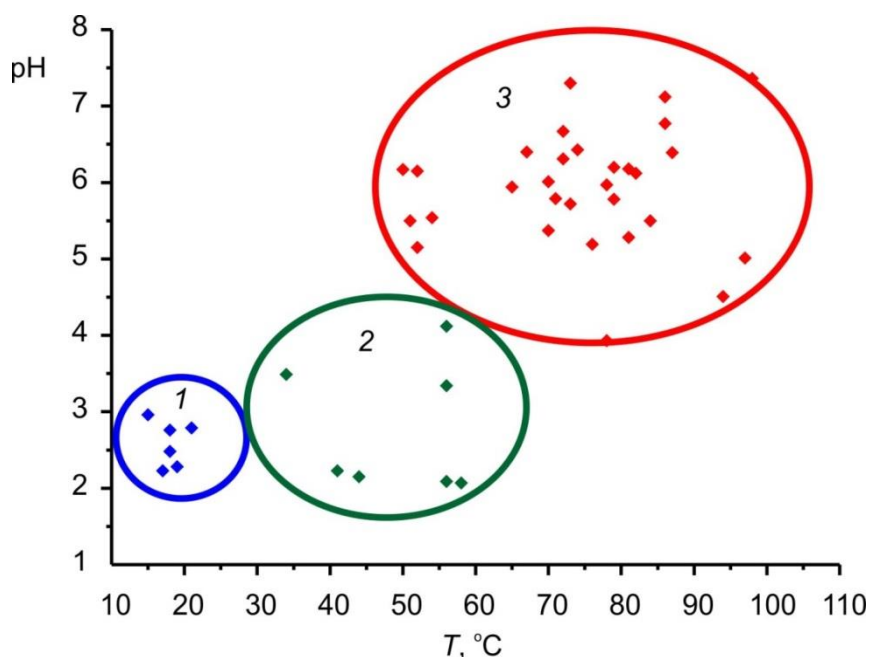


Рис. 4. 1 – группа холодных кислых источников, 2 – промежуточная группа источников, со средней температурой и средним рН, 3 – группа горячих источников с близнеутральным рН.

Заключение

В окрестности гейзера Шамаан наблюдаются термальные источники трех групп. Источники с рН около 5.8 и температурой 74-100 °С – кислотность этих растворов определяется гидролизом тех незначительных содержаний солей алюминия, железа, которые в них присутствуют, либо растворенной углекислотой и гидрокарбонатами. По мере остывания рН понижается, у холодных источников наблюдаются наиболее низкие значения рН, 2-3. К понижению рН приводит окисление солей железа (II) до соединений железа (III), концентрирование растворов, приводящее к накоплению Al^{3+} и других катионов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-05-00052.

Список литературы

1. *Кирюхин А.В., Рычкова Т.В.* Условия формирования и состояние гидротермальной системы Долины Гейзеров (Кроноцкий заповедник, Камчатка) // Геозэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2011. № 3. С. 238-253.