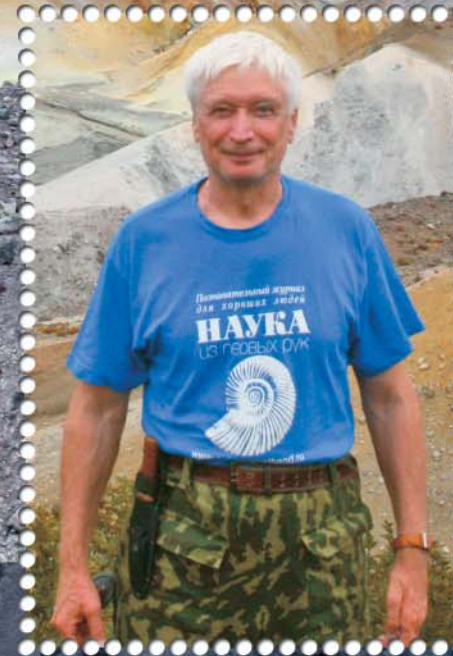


В. В. ВЛАСОВ, В. Е. РЕПИН

РЕПОРТАЖ ИЗ ДОЛИНЫ СМЕРТИ

*Долина Смерти... Набрал это «гиблое» название в любой поисковой системе «всемирной паутины», вы получите сведения и о жаркой безжизненной пустыне на границе Калифорнии и Невады, и о местах массовой гибели воинов под Ленинградом, и даже об урановых рудниках Якутии, где погибли тысячи заключенных...
А еще вы найдете скупые описания удивительной долины в Кроноцком заповеднике на Камчатке, по слухам, таящей угрозу для всего живого. Осенью 2008 г. в заповеднике работал отряд «охотников за микробами» из институтов Сибирского отделения РАН и Москвы. И сегодня у наших читателей есть уникальная возможность вместе с учеными совершить безопасное путешествие в один из легендарных и малоизученных уголков Земли*



ВЛАСОВ Валентин Викторович – академик РАН, доктор химических наук, директор Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск). Лауреат Государственной премии РФ (1999). Увлекается путешествиями и фотосъемкой



РЕПИН Владимир Евгеньевич – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией микробиологии Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск)



Долина Смерти расположена в районе Кихпиничского долгоживущего вулканического центра, где отмечено большое разнообразие хемогенных осадков, не встречающихся вблизи других вулканов и гидротермальных систем Камчатки. Из характерных осадков следует отметить аморфную серу (сульфурит) и сульфиды железа, представленные пиритом, марказитом и мельниковитом (грейгитом) (Белоусов, 1978)

Мы прилетели в Петропавловск-Камчатский дождливым сентябрьским утром. Но уже на следующий день обрадовало почти чистое небо: погода была летная, и мы были полны надежды в этот же день попасть в Долину Гейзеров.

И вот под нами мелькают извивающиеся змеями реки, с боков проносятся крутые осыпи вулканов, спереди налетают облака. Под облаками появились окрашенные в красное, заросшие кустами плоскогорья – гуляющие по ним медведи приседают и бегут, заслышав вертолетный рев.

...Мы уже над Долиной Гейзеров, над знакомыми голубыми домиками базы, чудом уцелевшими во время известной природной катастрофы 2007 г. От поврежденной база пока не оправилась: нет горячей воды, не работают души, в коридоре какой-то застойный запах. Но главное не это: крыша есть, кухня есть, солнце светит – что еще надо для счастья? А впереди – не простая туристическая достопримечательность, а овеянная легендами Долина Смерти.

Медвежьими тропами

От основной базы в Долине Гейзеров до Долины Смерти недалеко – несложный однодневный поход. Но правила в заповеднике строгие и неукоснительно соблюдаются. Прилетевший на базу заместитель директора заповедника Т.И. Шпиленок проэкзаменовал нас, чтобы убедиться

С края обрыва высотой более ста метров видны голубые домики базы Кроноцкого заповедника и теплое озеро, образовавшееся на р. Гейзерной в результате схода селя в 2007 г. Селевая масса, перегородив Гейзерную, чудом не похоронила базу: видно, что язык ныне высохшего селевого потока, покрывшего огромную территорию серыми туфовыми глыбами, вплотную подошел к крайним домикам

берега высотой 100–300 м сложены непрочными породами, и подняться на них или спуститься без специального оборудования невозможно. Наш маршрут лежал на самый верх каньона, а потом по плато – к вулкану Кихпинич, где и находится Долина Смерти. К счастью, подъем вдоль ручья был не труден.

...Мы вышли на склон, заросший кедровым стлаником, затем на поля, покрытые какими-то красными травами, красной же брусникой и черной шикшей. Шли не спеша, горстями собирая спелые ягоды. Вдали виднелись высокие горы, покрытые снегом, и разноцветные вулканы с фантастически изломанными вершинами.

После привала на самом красивом месте на цветной траве настроение

стало еще более приподнятым. Светило, хоть и неярко, солнце, мы быстро шли по протоптанным медвежьим тропинкам, повсеместно украшенным пометом, состоящим почти целиком из полупереваренных ягод. Вскоре мы оказались у лишенного растительности подножия желто-коричневого вулкана Кихпинич. Ровные площадки там были покрыты камешками разной степени окатанности, вдоль ручьев лежали большие глыбы и осколки черного вулканического стекла; на склонах оврагов виднелись грязноватые снежные сугробы.

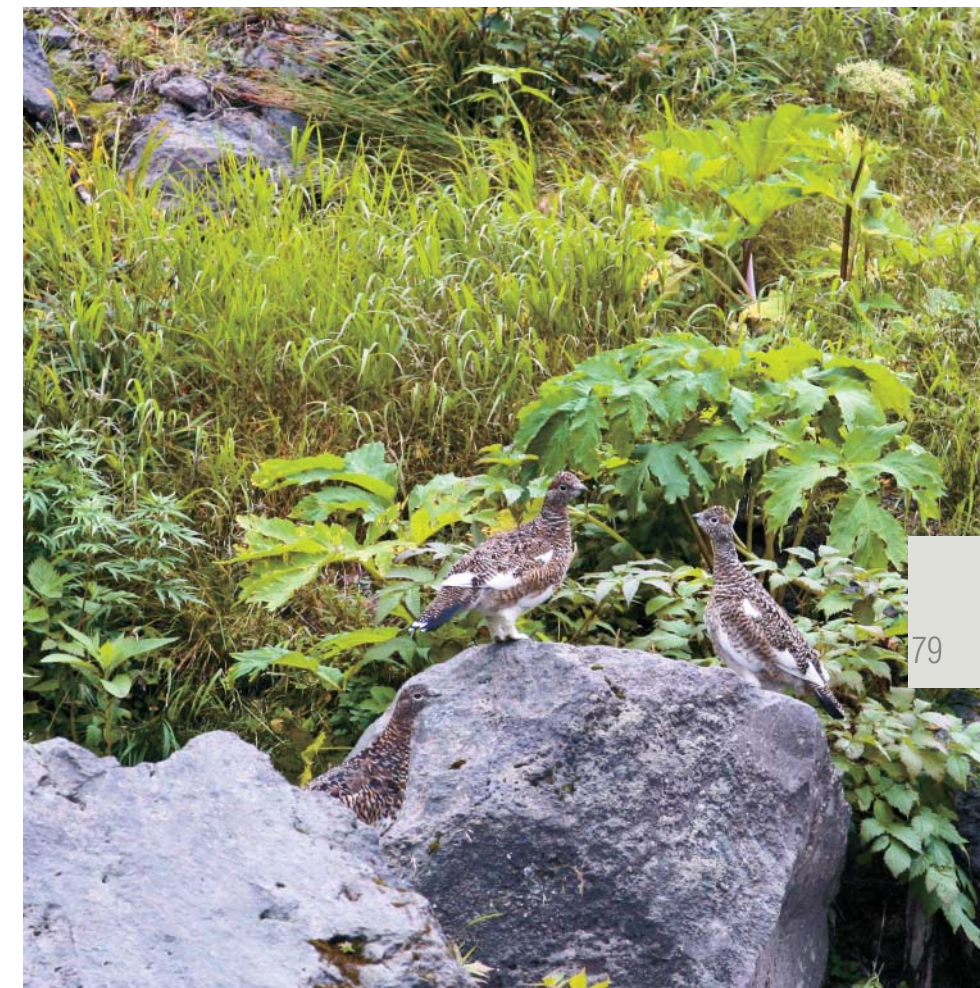
По руслу высохшего ручья, прыгая по слегка окатанным базальтовым глыбам, добрались к цели нашего путешествия – западному склону вулкана. Здесь, на слиянии

в подготовленности нашей команды и провел детальный инструктаж. Одних нас в этот поход, конечно, не пустили: для сопровождения выделили трех вооруженных сотрудников заповедника – веселых молодых ребят, романтиков и искателей приключений.

...И вот наступило долгожданное утро. Мы неспешно позавтракали – на Камчатке рано в маршрут не выходят: высокая трава мокра от росы и тумана, сразу промокнешь до нитки. Наша небольшая экспедиция углубилась в кусты, следуя протоптанным медведями тропам. Шли налегке – у инспекторов были лишь карабины и армейские мешки, у нас – камеры и нетяжелые рюкзаки. Когда через пару сотен метров кусты кончились, открылся травянистый склон. Переправившись через небольшой ручей с каменистым руслом, двинулись вверх по течению речки Гейзерной.

Гейзерная почти везде течет на дне глубокого каньона. Обрывистые

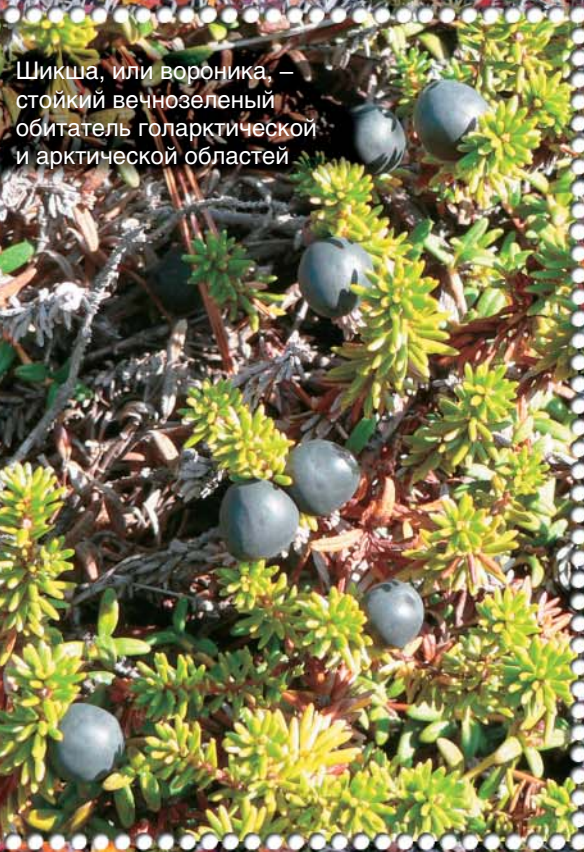
По дороге наша экспедиционная группа встретила семью серых куропаток, безо всякого испуга нам позировавшую





Мы быстро шли медвежьими тропами по красным ягодникам между низкими кустами и большими камнями

Шикша, или вороника, – стойкий вечнозеленый обитатель голарктической и арктической областей



трех ручьев, стекающих в узких ущельях со склона вулкана, на высоком берегу стоял маленький домик, построенный когда-то исследователями здешних мест, прилетавшими сюда на вертолетах. В нем часто бывал сотрудник заповедника, известный фотограф и специалист по медведям, хорошо знавший нрав этих животных и совсем их не боявшийся. И все же несколько лет назад этого знатока задрал медведь. Наверное, в погоне за удачным снимком он слишком близко подошел к отдыхающему в кустах зверю...

С наблюдательной площадки на крыше домика открывается замечательный вид на окрестные горы, а около дома, между низенькими кустами кедрового стланика, все покрыто переспелой крупной шикшей, особенно сладкой в этих местах. Мы принялись пастись на ягодных лужайках, а метрах в четырехстах от нас тем же занималась медвежья семья.

Последний форпост цивилизации перед Долиной Смерти оборудован с любовью и очень функционально. Перед домиком – глубокий каньон, за которым начинается постепенный подъем на вулкан Кихпиныч

В обители Аида

Собственно сама Долина Смерти располагалась внизу, в каньоне – там, где сходились ручьи, образуя речку Гейзерную. Необычными были их берега – безжизненные, разноцветные с преобладанием желтых и красных тонов. Запах, доходивший из долины, навевал мысли о непрветренном помещении склада химических реактивов...

После чая мы посидели перед домиком, поделились своими знаниями о Долине Смерти. Как известно, там, на речных берегах газят *фумаролы* (небольшие отверстия, через которые выделяется вулканический газ), поэтому в безветренную погоду в каньоне скапливается сероводород, углекислый газ, и, вероятно, еще и цианистый водород.

Ядовитая газовая смесь концентрируется у поверхности земли, поэтому там особенно опасно наклоняться. В долине часто гибнут животные и птицы, отравившись газами. Исследователи, обычно прилетающие к домику на вертолете, отбирают пробы воздуха на дне каньона. Делают они это в противогазах – один такой висел в домике у печки.





Долина Смерти располагается в глубоком каньоне, где сливаются три ручья – Голубой, Желтый и Прозрачный. Запах на берегу, как в химической лаборатории: газы, очевидно, просачиваются наружу сквозь рыхлую породу берегов. Необычный цвет берегов обязан элементарной сере: местами ярко желтая, местами – грязно-серая. Все вокруг выглядит мрачно и вполне соответствует названию местности.

Основным ядовитым газом в Долине Смерти является, по-видимому, сероводород (H_2S). Химикам известно о коварстве этого газа: его специфический запах, напоминающий запах тухлых яиц, достаточно быстро перестает ощущаться. Поэтому в организме человека незаметно может накопиться смертельная доза. Предельно допустимая концентрация сероводорода – 0,008 мг/л. При концентрациях его в пределах 0,02—0,2 мг/л и выше отмечаются симптомы отравления со стороны нервной системы, органов дыхания и пищеварения. При концентрациях около 1,2 мг/л и выше человек погибает молниеносно вследствие кислородного голодания, вызванного блокированием тканевого дыхания.

Тем не менее сероводород не настолько чужероден для нашего организма, как можно подумать. Ванны из природной сероводородной воды издавна используются для комплексного лечения больных и в косметической практике. А недавно было установлено, что сероводород выполняет важную физиологическую функцию в организме млекопитающих, участвуя в регуляции кровяного давления.

В стенках кровеносных сосудов он образуется с помощью фермента цистатионин-гамма-лиаза. Организм, лишенный этого фермента, с возрастом начинает страдать гипертонией; в этом случае для регуляции кровяного давления можно непосредственно использовать сероводород в очень низких концентрациях (Guangdong Yang et al., 2008)

Наши остроглазые инспекторы углядели вдали у ручья какие-то темные предметы, не вписывающиеся в местный пейзаж. Мы не замедлили отправиться в путь: дул легкий ветерок, и опасность отравиться была невелика.

Спуск был крутым: кто-то вниз по осыпи сбегал, кто-то полз, цепляясь за склон. Иностранцы оказались трупами маленького медвежонка с расклеванным боком и большого орла рядом с ним. То ли малыш оторвался от своей семьи и свалился вниз и отравился, то ли медвежья семья забрела в опасное место, и маленький детеныш наглотался поверхностных газов, а рослая мать смогла уйти. Трупик медвежонка увидел орел, начал клевать добычу и сам стал очередной жертвой Долины Смерти.

Фотографирование и описание окрестностей было важной, но не главной целью нашего визита. Нам нужны были самые «невидимые» обитатели Долины Смерти – микроорганизмы, являющиеся, как известно, самыми первыми обитателями нашей планеты.

Когда смотришь на низовье Долины Смерти, создается впечатление ее полной безжизненности: повышенная концентрация специфических газов, желтые кристаллы серы... Высшим организмам здесь действительно не место. Однако и в этих суровых местах жизнь не сдает позиции: там обитают *хемолитотрофы* – микроорганизмы, использующие непривычное для нас химическое окружение.

Субстраты, на которых обычно живут в природе подобные микроорганизмы, во многом тождественны основным продуктам вулканических выбросов. Речь идет о таких компонентах вулканического (*ювенильного*)



газа, как водород, сероводород, метан, аммиак и т.д. Поэтому для них ювенильный газ представляет собой такой же субстрат для жизнедеятельности, как и газ, образующийся в процессе анаэробного (без доступа воздуха) разложения мертвой органики.

Безымянный мир

...Дело шло к вечеру, и мы засобирались в обратный путь. Настроение у всех было приподнятое, мы чувствовали себя смелыми, энергичными и полными сил. А может, это пресловутый вулканический газ сбивал нас с толку, поскольку мы вдруг стали вспоминать старые песни, в том числе и песню Яна Френкеля с так подходящими к случаю словами: «Воздух Родины – он особенный, не надышишься им».

И вот в таком приподнятом настроении нам пришла мысль возвращаться домой другим маршрутом, прямо по речке Гейзерной. Ведь расстояние до базы по прямой всего ничего – 6 км.

По крутому руслу одного из притоков мы спустились к реке, которая пока еще была просто быстрым ручьем. Вскоре обнаружилось, что никаких тропинок вдоль нее нет, – в этом диком и бесплодном краю даже у гейзеров еще не было названий. Речка сильно виляла, и стало ясно, что идти нам придется гораздо большее расстояние.

На извивах река прижималась к обрывистым берегам, и сначала мы считали переходы, но на четвертом десятке бросили. Вначале еще удавалось находить места, где можно было перепрыгнуть речку по выступающим из воды камням, потом – где была возможность перейти реку по камням, слегка замочив ноги. Дальше пришлось идти прямо по воде: главное было удержаться под напором течения – бурлящая вода доставала местами до пояса, река стала по-настоящему опасной.



В Долине Смерти у поверхности земли скапливается ядовитый вулканический газ, выделяющийся из небольших отверстий в речных берегах, покрытых серой. Ее очередные жертвы – несмышленыш-медвежонок и орел, прельстившийся легкой добычей



Мы спускались все ниже, берега реки превратились в недоступные высокие скалы, казалось, украшенные сверху затейливыми башнями древних сказочных замков. К сожалению, фотографировать эти чудеса мы не могли: быстро сгустились сумерки, опустился туман и стал накрапывать мелкий дождь.

Ниже по течению в берегах стали появляться разноцветные пульсирующие кипящие источники, в ответвлениях ущелья дымились термальные поля. Но нам было не до красот: спотыкаясь о камни и проваливаясь в ямы, скрытые в густой траве, мы изо всех сил спешили вниз, равнодушно уже переходя стремительный поток.

В полутьме мы добрались до самого красивого на реке участка, где друг за другом расположились два водопада, а из отвесных обрывов над водопадами под углом бьют гейзерные струи. Правый берег реки в этом месте был отвесный, метров сто высотой и совершенно

недоступный. На обрывистом левом, по которому шли мы, в нижней части, уходящей в водопадные струи, находилась осыпь – крутая, неустойчивая, мокрая и очень опасная.

Что делать? Внизу – ревущий водопад, сверху – отвесный обрыв. Первым вперед пошел один из наших бравых инспекторов, вооруженный горными ботинками и палками с острыми наконечниками. Мы пошли за ним, цепляясь за осыпающийся склон наконечниками палок...

После этого нам уже ничего не было страшно. Бледная луна без интереса наблюдала сквозь туман, как группа промокших, скользящих на траве и камнях путешественников пробиралась по хрупкому панцирю термального поля, ползла на четвереньках по самодельному мосту через бурную реку, перепрыгивала через кипящие ямы, лезла по крутому склону вверх, поливаемая гейзерными струями...

МАЛЕНЬКИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ «КАМНЕЕДЫ»

История науки свидетельствует, что любые химические соединения, появившиеся на Земле, найдут своего любителя из мира микробов. Поэтому уже не вызывает удивление даже открытие антарктических микроорганизмов, использующих в качестве единственного источника углерода современные антибиотики (Репин и др., 2008).

Хемолитотрофы в качестве источника энергии используют окислительно-восстановительные реакции, в которых участвуют неорганические вещества. В качестве примера можно привести восстановление двуокиси углерода до метана или окисление сульфида водорода ($\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4$; $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{S}_0$). Существуют и многочисленные группы бактерий, способные окислять соединения серы (сероводород, молекулярную серу и т. д.), которыми так богата камчатская Долина Смерти ($\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{S}_0$; $\text{S}_0 + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$).

Большинство этих удивительных созданий, не нуждающихся для поддержания жизнедеятельности в солнечной энергии (а также в энергии, запасенной в органическом веществе), предпочитают достаточно экстремальные, слишком горячие или кислые, или лишенные кислорода местообитания. Неудивительно, что огромное их число остается неизвестным даже микробиологам.

Нужно сказать, что поскольку к микроорганизмам плохо приложимо классическое определение вида, принципы обычной систематики по отношению к ним на сегодня себя исчерпали. Современная классификация бактерий базируется на различиях в нуклеотидных последовательностях генов их рибосом (клеточных белковых фабрик).

В коллекции Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН уже сейчас имеется сотни штаммов микроорганизмов, согласно «генной систематике» относящихся к новым таксонам. Среди них и хемолитотрофы – жители экстремальных место-

обитаний Камчатки.

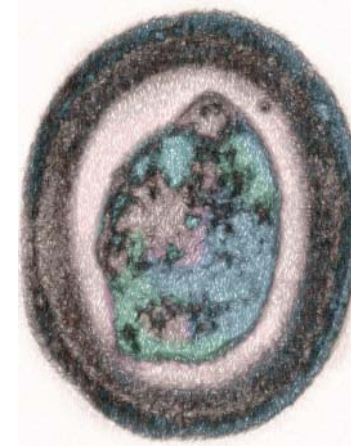
Особый интерес у исследователей вызывают экстремофильные микроорганизмы, обитающие в горячих вулканических источниках и грязевых котлах. Зачем нужны эти экзотические бактерии? Дело в том, что эффективность превращения тех или иных веществ (т. е. эффективность работы ферментов) у обычных бактерий и их «теплолюбивых» собратьев может значительно различаться. Ферменты термофильных микроорганиз-

мов сегодня находят применение в самых разных технологических областях. Их вводят в состав стиральных порошков, используют в качестве катализаторов для переработки различных природных продуктов и химических соединений. Причем биотехнологическое применение как самих микроорганизмов, так и их генных систем все более расширяется.

Широко известна история триумфального использования фермента Taq-полимеразы, выделенного из термофильной бактерии *Thermus aquaticus*. ДНК-полимеразы используются для проведения ПЦР (полимеразной цепной реакции), в результате которой на основе исходного фрагмента ДНК можно получить множество копий.

Этот метод молекулярной биологии широко исполь-

зуется на практике. Однако на начальных этапах его распространению мешала неустойчивость полимеразы при высокой температуре, необходимой для разделения цепей спирали ДНК. Выходом из положения и стало использование ферментов из термофильных бактерий. В ИХБФМ СО РАН на основе кишечной палочки с помощью методов генной инженерии сконструированы бактериальные штаммы – суперпродуценты термостабильных ферментов (полимераз и лигаз), участвующих в синтезе ДНК. Исследователи уверены, что дальнейшие исследования уникальных микроорганизмов принесут им еще много неожиданностей.



Покоящаяся спора термофильной бактерии *Geobacillus stearothermophilus* – источника гена нового фермента, термостабильной ДНК-полимеразы, созданного в ИХБФМ СО РАН (Новосибирск)

Было уже совершенно темно, когда наша мокрая, грязная компания ввалилась в домик на базе заповедника. Так благополучно закончилось наше путешествие в Долину Смерти.

Потери были минимальны: одна разбитая фотокамера, несколько поврежденных голеней и простуда, поразившая некоторых участников похода. А наутро только грязная одежда, бутылки и пробирки с пробами да снимки в наших камерах напоминали о пережитом. Наша жажда приключений была удовлетворена. Только вот надолго ли?

Литература

Белоусов В.И. Геология гидротермальных полей в областях современного вулканизма. – М.: Наука, 1978.

Власов В.В. Фонтаны Затерянного мира // Наука из первых рук. – 2007. – № 1. – С. 118–123.

Репин В.Е., Дейнека Е.В., Симонов А.Н., Пестунова О.П., Колчанов Н.А., Власов В.В., Прокопкин И.Г. Путешествие в горячую точку // Наука из первых рук. – 2007. – № 1. – С. 98–117.

Репин В.Е., Власов В.В. Путешествие в невидимый мир // Наука из первых рук. – 2007. – № 4. – С. 56–69.

В публикации использованы фотографии из архива В. Власова

В верховьях Гейзерной первоначально безымянны не только медведи, но и водопады, и гейзеры

