

утешествие в горячую точку

В. Е. РЕПИН,
Е. В. ДЕЙНЕКА,
А. Н. СИМОНОВ,
О. П. ПЕСТУНОВА,
Н. А. КОЛЧАНОВ,
В. В. ВЛАСОВ,
И. Г. ПРОКОПКИН



◀ Если у вулкана рядом с аэропортом Петропавловска-Камчатского видно вершину — значит, погода летная

Проблемы возникновения и эволюции примитивных форм жизни в экстремальных условиях древней Земли уже не раз обсуждались на страницах журнала «НАУКА из первых рук».

Существуют ли где-либо на планете такие условия сейчас? Специалисты считают, что да: они возникают и долгое время поддерживаются вблизи подводных вулканов, а также в гидротермах — горячих наземных источниках, образовавшихся в результате вулканической деятельности. Газы и воды, поступающие там из недр Земли, несут с собой тот же набор химических веществ, что и миллиарды лет назад на еще безжизненной планете, там формируются необычные сообщества примитивных микроорганизмов, способных усваивать неорганические соединения и эволюционировать в соответствии с изменениями условий существования.

Биотические процессы в районах вулканической активности представляют собой уникальную природную модель. Изучая их, ученые рассчитывают, в первую очередь, получить знания о путях развития жизни на Земле и возможных формах жизни на других планетах.

Кроме того, изучение микробных сообществ гидротерм открывает новые возможности для создания биотехнологий на основе необычных ферментов, способных функционировать в экстремальных условиях.

В нашей стране для проведения подобных исследований как нельзя лучше подходят гидротермальные районы полуострова Камчатка. Химики и биологи из институтов СО РАН, занимающиеся эволюционными проблемами, давно мечтали попасть туда. И в 2006 году мечта эта осуществилась.

Средства, необходимые для организации экспедиции, были получены в рамках междисциплинарного интеграционного проекта фундаментальных исследований Сибирского отделения РАН «Организация живых систем и геохимическая эволюция гидротерм в зонах современной вулканической деятельности». Проект предусматривает проведение физико-химических, геохимических, микробиологических, молекулярно-генетических и биофизических исследований гидротермальных систем, а также создание микробиологических коллекций.



Участники комплексной научной экспедиции СО РАН на вертолетной площадке в камчатской Долине гейзеров

На ступеньках деревянного здания аэропорта Петропавловска-Камчатского в ожидании вертолета и в предвкушении предстоящих маршрутов



Сегодня Петропавловск-Камчатский — заброшенный город. Грязные пятиэтажки; жители обивают их снаружи жестью, подкладывая стекловату. Эти ржавые заплатки закрывают торцы домов, и жилые кварталы производят унылое впечатление. Жестью заделаны в домах и вентиляционные дыры над фундаментом, чтобы сильные зимние ветры не выдували тепло из подвалов. На окраинах в квартирах первых этажей выбиты стекла, в некоторых из них ночью видны костры. Это брошенные квартиры, в которых живут бомжи

Уже из перечня задач видно, что подобная работа под силу лишь коллективу специалистов, обладающих различными знаниями и навыками. И действительно, в проекте участвует ряд институтов СО РАН: Институт цитологии и генетики, Институт химической биологии и фундаментальной медицины, Институт биофизики, Институт катализа им. Г. К. Борескова, Институт геологии и минералогии, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука.

Первым шагом в работе над проектом стала комплексная научная экспедиция в знаменитую камчатскую Долину гейзеров.

Мы летим на Камчатку!

В августовский вечер, под холодным дождем, в автобус, отъезжающий в новосибирский аэропорт Толмачево, загружается основная команда нашей комплексной научной экспедиции. Едем, слушаем прогноз погоды — на Камчатке также ожидаются дожди и холод. Пришлось срочно прибегнуть к испытанному средству улучшения погоды — выпить немного из походных кружек. Результат не заставил себя ждать: по мере приближения к аэропорту облаков в небе становилось все меньше...

Провезти в самолете лабораторию и химические реактивы оказалось непросто. Предварительно были составлены гарантийные письма для начальников служб безопасности аэропортов Новосибирска и Петропавловска-Камчатского о том, что мы не везем взрывчатку и других подобных вещей, с подробнейшим

описанием всех реактивов и комплектующих, получены соответствующие визы. Зато потом досмотр мы прошли без проблем и очереди.

Тем не менее на посадке случилось досадное происшествие: от глазастых контролеров не укрылась спрятанная в нашем багаже бутылка из-под минеральной воды со спиртом и, несмотря на мольбы о пощаде, ценный продукт, столь необходимый в повседневной работе микробиологов в экстремальных условиях, у нас отобрали. При этом злые контролеры приговаривали: «Знаем мы вас, микробиологов! Каждый день встречаем, вам дай волю — все заспиртуете!».

В Петропавловске-Камчатском оказались почти по расписанию: как и обещали, здесь шел дождь, и город был покрыт туманом. Нас встретил геолог Геннадий Карпов, заместитель директора Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, и отвез в гостиницу, а после в институт. Там его директор, член-корреспондент РАН Евгений Гордеев, с жалостью глядя на нас, объявил, что погода нелетная и нам придется сидеть в городе, пока не рассеется туман и не начнут летать вертолеты.

Расставив на столе сосуды для традиционного антистрессового средства, он рассказал нам об институте и вулканах, а также об ожидающихся высоких гостях (в том числе и президенте Белоруссии А. Лукашенко), которые тоже хотели посетить Долину гейзеров. Последнее нас не обрадовало, поскольку могло помешать экспедиции. Под морозящим дождем мы отправились в гостиницу, чтобы заказать на вечер сауну и отогреться. Началось наше Петропавловское сидение...

В теплые дни этот знаменитый огромный Халактырский черный пляж в Петропавловске-Камчатском — замечательное место отдыха



Камчатская история

В древности на Камчатке обитали разные племена, но до наших дней сохранились лишь ительмены. Когда туда добрались казаки, эта земля стала российской. Затем Камчатку посетили экспедиции С. Дежнева и В. Беринга. 6 (17) октября 1740 г. в Авачинскую бухту прибыла экспедиция под командованием Беринга и Чирикова — этот день считается днем основания Петропавловска. Имя городу дали экспедиционные пакетботы «Св. Петр» и «Св. Павел».

Авачинскую бухту посетили многие известные путешественники. В 1779 г. там побывала экспедиция печально известного Д. Кука. После гибели капитана экспедицией стал командовать его заместитель Кларк, столь же неудачливый: вскоре его похоронили в Петропавловске.

Когда в 1787 г. в Петропавловск приплыла экспедиция Ж.-Ф. Лаперуза, в городе было всего сто жителей, но для гостей был организован бал с дамами, которых было ровно тринадцать... Через 47 лет в городе жило уже 600 человек. Сегодня на полуострове 370 тысяч населения — менее одного человека на квадратный километр, при этом 250 тысяч — жители Петропавловска.

Во время Крымской войны городом командовал губернатор В. С. Завойко. Его отряд в тысячу человек, состоявший из солдат, матросов и местных охотников, успешно отразил нападение англо-французской эскадры из шести кораблей, на которых было 212 пушек и 2,5 тысячи солдат! Две попытки интервентов высадиться успехом не увенчались, причем большую часть первого десанта солдаты Завойко перестреляли прямо на берегу. Англичане с французами погрузились на корабли и уплыли от холодных грозных берегов, спасая свои жизни. Это была единственная победа русских в той войне.

После продажи Аляски про Камчатку надолго забыли. Некоторое оживление принесла революция, но город продолжал оставаться заброшенным. Камчадалы участвовали во второй мировой войне — освобождали Курильские острова от японцев. Когда после войны из ГДР пришли рыболовецкие траулеры, стало развиваться рыболовство. Толчком к развитию города стало и строительство базы подводных лодок. Однако после перестройки не стало на Камчатке военного флота, а выловленную рыбу стали увозить в неизвестных направлениях. И сегодня жители далекого полуострова возлагают все надежды на развитие цивилизованного рыболовства и туризма.



В кальдере вулкана Узон нет больших деревьев: на зеленых островках среди безжизненных термальных полей растет только несколько карликовых берез



Термальные поля кальдеры вулкана Узон, где дымят фумаролы, прячут горячие источники и кипят грязевые котлы, — настоящий Затерянный мир...

Петропавловское сидение

День за днем мы надеялись улететь из серого города, но каждое утро встречало нас туманом и дождем. На мокрых деревьях грустили огромные черные вороны и стряхивали лапами дождевые капли с голов. Вместе с нами грустили и многочисленные обитатели гостиницы. Почему-то особенно много среди иностранцев было финнов, которые стайками сидели в буфете, с каменными лицами смотрели в мокрые окна и терпеливо пили водку и пиво. По утрам, проводив до выхода из гостиницы местных красоток, они обреченно смотрели в мутные небеса, опускали головы и покорно шли в буфет заряжаться спасительными напитками. Деться было некуда...

Мы были не на отдыхе, а в экспедиции, потому и не могли позволить себе разлагаться вместе с финнами. Купив карту, в первый же день устроили себе экскурсию по городу. Менее чем за три часа удалось посетить все местные достопримечательности: памятники святым Петру и Павлу, Берингу, Лаперузу, Аллею морской славы, Камчатский рыбный порт, центральную площадь...

Под проливным дождем съездили в бухту посмотреть на знаменитый черный Халактырский пляж. Холод, дождь и ветер не располагали к купанию. В неласковые волны прыгнул только закаленный путешественник Володя Репин, остальные без зависти наблюдали за процессом из-под зонтиков.

Мы переживали за судьбу экспедиции — дней для работы оставалось все меньше. Проводили семинары,

читали о вулканах и Камчатке, изучали карты... Время городского сидения прошло не совсем впустую — мы много узнали о Камчатке и вулканах.

О вулканах и медведях

Когда говорят о Камчатке, обязательно упоминают про вулканы и медведей. И того и другого здесь действительно полно.

На Камчатке находится десятая часть всех вулканов, существующих на Земле, — они встречают вас прямо около аэродрома. В центре полуострова расположена большая группа огромных действующих вулканов. Любители приключений из новосибирского Академгородка регулярно ездят сюда летом. Они поднимаются выше ледников, на высоту около 4 км, где любуются невероятно синими озерами серной кислоты и дымящимися от вулканических выделений каменными террасами. Говорят, от этих химических пейзажей невозможно оторвать глаз.

В больших действующих вулканах периодически происходят мощные взрывы, из них изливается лава, летят вулканические бомбы... Поскольку именно в это время к вулканам собираются ученые, без потерь не обходится: как раз в наш приезд здесь открыли памятник погибшим вулканологам. Нам довелось разговаривать с представителями этой героической профессии — они называли много имен своих товарищей, погибших в разных частях света.

Фумаролой вулканологи называют место выхода горячих газов в кратерах, на склонах вулканов, а также в корке остывающих лавовых потоков. Через фумаролы выходят газы, растворенные в магме: углекислый газ, оксиды серы, сероводород, галогеноводороды и другие химические соединения, что делает эти выделения опасными для человека. Как правило, над крупными фумаролами клубится густой пар, поскольку в магме содержится также большое количество воды. Фумарольные дымы, насыщенные водой, — питательная среда для некоторых видов бактерий. Многие минералы, образующиеся здесь (как, например, самородная сера), имеют биологическое происхождение.

Знаменитая Авачинская сопка, расположенная недалеко от Петропавловска-Камчатского, — вулкан с фумаролами, дымы которых в ясную погоду могут быть видны за несколько десятков километров.

Кальдера — обширная круглая впадина с круглыми стенками — образуется в результате провала вершины вулкана (и прилегающей к нему местности) в опустошенную вулканическую камеру. Одним из проявлений поздних стадий вулканизма, распространенных в областях современной вулканической деятельности, являются *гейзеры* — источники, периодически выбрасывающие горячую термальную воду и пар.

Глубина гейзерных шахт — от нескольких метров до десятков метров. Под воздействием горячих газов и перегретого пара, поступающих из недр по трещинам, вода на дне гейзерной шахты нагревается до температур значительно выше точки кипения. В какой-то момент она бурно вскипает и из горловины шахты выстреливается пароводяная смесь. В книжках про вулканы обычно пишут, что для образования гейзера нужна какая-то особая геометрия подземной шахты. Но вспомним детские уроки обращения с растворами: если попытаться вскипятить воду в длинной пробирке, поместив ее дно в пламя горелки, извержение гарантировано! Снаружи гейзеры могут иметь вид небольших усеченных конусов, пологих куполов, небольших углублений и ям, в дне или на стенках которых находятся выходы трубообразных или щелеобразных каналов. Различают регулярные и нерегулярные гейзеры, причем у разных гейзеров продолжительность отдельных стадий измеряется от минут и десятков минут до нескольких часов и даже дней.

Активность гейзера зависит от поступления поверхностных вод, зависящих, в свою очередь, от величины атмосферных осадков. Например, самый большой камчатский гейзер Великан в Долине гейзеров может вообще прекращать работу во время сильных дождей, когда его заливают холодная вода.



Коричневые, серые и голубые грязевые булькающие ванны, озерца, бурлящие от горячих донных струй... Наверное, так выглядела поверхность древней Земли, когда на ней зарождалась жизнь.
Кальдера вулкана Узон, Камчатка

Кальдера вулкана Узон поражает контрастами — горячие участки почвы с грязевыми ваннами и кипящими озерцами окружены сочной зеленой растительностью

Медведей на Камчатке много, и они огромные. Местная инструкция для туристов, касающаяся этих зверей, представляет собой весьма занимательное чтиво. Ниже приводим ее сокращенное вольное изложение.

Не нужно приставать к животным. В прошлом году один японский турист часами сидел в засаде и фотографировал, как медведи ловят рыбу, и, по-видимому, надоед им. Однажды он не пришел к обеду. Пошли искать — фотоаппарат нашли, японца — нет.

Медведи не любят сюрпризов, поэтому нужно как-то обозначать себя (шуметь, петь песни). Лучше быть в группе, а не одному. Не нужно идти на явное сближение с медведем, чтобы он не подумал, что ты нападаешь. Встретился с мишкой — уйди в сторону.

Нет единого мнения — опасно или нет смотреть в глаза медведю. Одни утверждают, что делать этого ни в коем случае нельзя, другие — что взгляд на зверя

не влияет. Если медведь заметно раздражен, нужно с ним спокойно негромко поговорить и, если зверь не приблизится, потихоньку удалиться. Бежать нельзя! Все равно догонит — медведь может развить скорость до 70 км/час!

Если ты стал удаляться, а медведь идет к тебе — остановись. Иногда медведь может подойти очень близко, пока не примет решение, что ему делать. Если он подходит к тебе совсем вплотную — кричи и маши руками. Группе людей нужно встать вместе и тоже кричать. Еще говорят, полезно имитировать высокий рост, поднимая вверх длинные предметы, — медведи больших уважают...

Плохой признак, если медведь приближается с опущенной головой и открытой пастью. Это — угроза. Если медведь подошел и стал хватать тебя зубами и лапами, ложись на живот и защищай голову. Если пытается

перевернуть — принимай ту же позу. Дело в том, что медведь может нападать от страха. В этом случае тебе повезло — он покусает немножко и от лежащего человека отойдет. Поэтому нужно лежать тихо и неподвижно, пока медведь не почувствует себя победителем. А вот если он никак не заканчивает развлечение и продолжает кусать и грызть, то, стало быть, решил закусить. Если до этого дошло — защищайся. То есть здесь тонкий такой момент: нужно сообразить, просто так тебя грызут (и тогда нужно молчать) или тобой уже закусывают (и надо защищаться).

Чаще всего нападают медведи, которым ранее удалось разжиться у людей едой. Наша знакомая из семьи вулканологов рассказала, как на нее напала молодая медведица, повадившаяся собирать отбросы около туристского лагеря. Женщина пошла к помойке, чтобы выбросить рыбью требуху. Из кустов выскочи-

ла медведица — и к ней. Туристка побежала, упала, а медведица взяла ее зубами за заднюю часть тела, называемую по-гречески афедромом, подняла и стала трясти, как собаки трясут мелких зверьков. Спасли ее смелые туристы, которые толпой, крича и размахивая предметами, стали дружно приближаться к животному. Медведица выплонула туристку и убежала. Обошлось без последствий, если не считать шрамов.

На пути в Долину гейзеров

Наконец-то через три дня после приезда туман рассеялся, показались горы. Быстро собираемся, и после нескольких томительных часов ожидания мы — в воздухе, летим среди вулканов! Летим низко, совсем рядом со снежными склонами, иногда в молоке облаков. Пролетаем над пустынным плато с голубыми озерами, внизу



В Долине гейзеров живет множество медведей. Следы хозяев здешних мест встречаются всюду на открытых участках. Рядом со следом одного из них для масштаба поставлен туристский ботинок 44-го размера

Тропа вдоль р. Гейзерной идет по крутому склону, огибая скальные ворота, пробитые бурным потоком. *Долина гейзеров, Камчатка*

по своим делам неспешно идет медведь. Пролетев над жерлами вулканов и быстрыми речками, приземляемся в промежуточной точке нашего путешествия — кальдере Узона.

Теперь небольшая географическая справка. Долина гейзеров представляет собой разлом шириной около 4 км между действующими вулканами Узон и Кихпиньч. Эта структура, получившая название Узон-Гейзерной, находится в поясе Восточной вулканической зоны Камчатки, примерно в 180 км к северу от Петропавловска и в 40 км к западу от Тихого океана.

Вулкан Кихпиньч высотой 1552 м — сложный массив с несколькими вершинами, подножие одной из них прорезано рекой Гейзерной. Вулкан Узон, напротив, обезглавлен. Когда-то он был высотой около 3000 м, но в результате двух мощных взрывных извержений конус разбросало по окрестным горам. Еще одно извержение привело к образованию кальдеры в виде чаши с поперечником около 12 км, где в настоящее время наблю-

дается спокойная вулканическая деятельность: дымят fumarолы, парят горячие источники, кипят грязевые котлы. Настоящий Затерянный мир...

Водонапорная система Долины гейзеров формируется из гидравлически связанных горизонтов грунтовых и артезианских вод и трещинных вод тектонических разломов. Здесь исследовано более 200 пульсирующих источников, причем около 90 из них — гейзерного типа.

По химическому составу высокотемпературные воды Долины гейзеров и кальдеры Узон представляют собой хлоридно-натриевые растворы с высоким содержанием кремниескислоты и редких щелочей — лития, рубидия, цезия, а также бора. Однако минерализация вод термальных источников Долины гейзеров почти в два раза ниже по сравнению с термами вулкана Узон. В первую очередь это объясняется тем, что в недрах Долины гейзеров основным теплоносителем является перегретый пар, а в кальдере вулкана Узон — перегретые растворы.



...Вертолет с ревом приземляется на сухую площадку, окруженную болотами и ручьями фантастической раскраски. На километры вокруг простирается ровная поверхность с дымами и низкой растительностью, за ней — вал из горных пород, окружающий кальдеру Узон. По краям кальдеры видна обыкновенная тундра с болотцами и низкорослыми кустами, ближе к центру — участки с изумрудно зеленой травой, чередующиеся с безжизненными глинистыми полями, покрытыми булькающими горячими разноцветными лужами и дымящимися отверстиями, окруженными ярко-желтыми отложениями серы. От болот и гейзеров поднимаются клубы пара.

В центре — озера, источники с разноцветными берегами, дымящие фумарольные поля. На горячих участках почвы всю работу делают грязевые вулканчики: одни пускают большие пузыри, другие кипят, третьи периодически плюются грязью. Вокруг них удивительно яркая зелень. Местность дикая и необычная — недаром именно здесь снималась «Земля Санникова».

На ровном сухом месте, неподалеку от ручья, у вулканологов построен домик, и строится еще один... Мы побегали по дымящимся болотцам, снимали грязевые вулканчики, маленькие гейзеры и разноцветные лужи, собиравали голубику и шикшу. Голубики здесь много, она привлекает медведей, которых в округе тоже множество. Часть нашей команды искупалась в теплом, пахнущем сероводородом, бездонном озере, которое называют Банным.



Термальные источники около гейзера тройного.
Долина гейзеров, Камчатка

только через семь лет после организации заповедника. В то время территория Камчатки была плохо изучена, а долина реки Гейзерной в глубоком ущелье с крутыми стенами всегда была труднодоступна. Конечно, охотники не могли не видеть паровых облаков от гейзеров, но, во-первых, мало кого на Камчатке удивит дымами и паровыми облаками. А во-вторых, местное население было уверено, что здесь обитают злые духи, от которых

В Затерянном мире

Через час мы снова были в вертолете. Еще немного волнующего полета по ущельям — и вот мы в Долине гейзеров. Удивительная, необычная красота... Извилистая быстрая речка, окруженная высокими горами, в ее берегах множество гейзеров и ручьев, дымы со всех сторон. Местами пахнет сероводородом. На вершинах вдоль берегов реки, несмотря на лето, лежит снег. Ранней весной медведицы приводят сюда медвежат кататься со снежников. А попозже медвежьей семьи спускаются к реке, где рано оттаивает земля и можно найти вкусные корешки, сочную траву.

В Долине всего три дома, в том числе один большой двухэтажный, из светлых калиброванных бревен, со всеми удобствами, в котором нас и разместили. Вечером ненадолго включали отопление, чтобы было приятнее засыпать. Вокруг дома высоченные, выше человеческого роста, травы. Местность обустроена с целью защитить природу от туристов: идти от домов к наиболее красивым гейзерам, расположенным неподалеку, нужно по деревянным тротуарчикам и лестницам.

Долина гейзеров находится на территории Кроноцкого государственного биосферного заповедника, организованного в 1934 г. для сохранения местной популяции соболя. Заповедник известен красивейшим Кроноцким озером, прекрасными пихтовыми лесами, здесь живет множество медведей, встречаются огненно-рыжие лисы и волки.

Здесь же расположено и двенадцать активно действующих вулканов. Саму Долину гейзеров открыли

лучше держаться подальше. Ительмены всегда побаивались вулканов и горячих источников, и не без оснований: ничего хорошего не приходилось ждать охотнику от вонючих фумарол, горячих источников и грязевых ванн, в которые можно провалиться.

Открыли долину так: сначала геологи заметили, что в одной из речек вода повышенной температуры. Ранней весной 1941 г. гидролог Т.И. Устинова с местным проводником двинулись на собачьих упряжках вверх по течению речки. Путешественники расположились на дневной отдых на берегу — как оказалось, как раз напротив довольно мощного гейзера, впоследствии названного Первенец. И он выстрелил почти в людей, сильно напугав, — гейзеров тогда у нас еще не знали. Летом того же года была обнаружена и крутостенная долина с сотнями горячих источников, гейзерами и озерами.

Долина гейзеров сейчас отнесена к особо охраняемым территориям: с 1977 г. доступ в нее резко ограничили, а все посещения проходят под строгим контролем. Это правильно, иначе небольшую долину давно бы вытоптали, а гейзерит растащили на сувениры. Доставку и обслуживание туристов монополизировала фирма «Кречет». Хотя свободы и маловато, но почти все самое интересное можно увидеть и при этом не навредить уникальной природе.

На самом деле Долина гейзеров вовсе не долина, а узкий каньон с желтыми крутыми склонами, на дне которого мчит извилистая быстрая речка Гейзерная. По речным берегам — парящие поля с пульсирующими источниками и булькающими грязевыми котлами, белые всплески гейзеров. В низовье речка глубоко прорезает вулканические породы, образуя две высокие скальные башни-ворота. Берега реки окрашены благодаря натекам, образовавшимся по ходу стекающих минерализованных струй, краски в которые добавляются и химические процессы, и термофильные микроорганизмы. Наиболее интересная часть долины невелика — не более 5 км², ее можно обойти за день.

Выше по течению Гейзерной находится Долина смерти, где на небольшом (100 на 150 м) низменном участке находят во множестве трупы птиц и зверей. Естественно предположить, что здесь скапливаются ядовитые газы из фумарол, и в безветренную погоду это может становиться опасным. Вероятно, в первую очередь в складках местности погибают мелкие млекопитающие. Соблазнившись трупами, туда на свою беду слетаются вороны и крупные хищные птицы, пополняя список жертв. Их трупы привлекают лисиц и росомх, а после доходит очередь и до медведей. Наклонившись над жертвами, крупные животные получают смертельную дозу газов.

Однажды для забора проб воздуха в это место отправившись вулканолог Г.А. Карпов и известный мик-

робиолог, академик Г.А. Заварзин. Ученые запаслись противогАЗами, но не сразу их надели, почему чуть не попали в беду. Заварзин приотстал и, что-то собирая, наклонился и глотнул местного воздуха из приземного слоя. Наклоняясь все ниже, он стал совершать нескординированные движения. Вовремя оглянувшийся вулканолог заметил странное поведение товарища и, быстро сообразив, что дело плохо, подбежал и надел на него противогаз. Анализы собранного воздуха долины показали, что помимо большой концентрации углекислоты и сероводорода в нем присутствует синильная кислота!

Отбор пробы воды из Первенца — первого гейзера, открытого в Долине гейзеров





Мы работаем

Времени у нас было мало, поэтому работали весь световой день. К счастью, быт наш был организован отлично — никакие «завтраки туриста» не портили настроение и пищеварение. Профессиональный повар с помощниками радовали нас сверхобильными обедами и ужинами, неиссякаемыми запасами икры и рыбы, а также большим выбором напитков разной степени крепости. Такого комплекса удовольствий не было у нас в путешествиях никогда: совершенно дикое красивейшее место, и можно после вкусного обеда сесть на удобную скамейку в тени, оглядывая панораму Долины, и размышлять о возникновении жизни, об эволюции... И все это — не выпуская из руки кружку холодного пива, которое подливают по мере надобности. Жаль, что времени не было для таких посиделок: боясь непогоды, мы не теряли ни минуты.

В первый же день пошли вниз по реке, к гейзеру Первенец. Нам говорили, что это серьезный маршрут, но оказалось, что туда протоптана приличная тропа, а на крутых глинистых склонах даже привязаны веревки, без которых в дождь не пройти. Горки, по которым мы шли, были невысокими, но крутыми, а гребни наверху — совсем узкими, склоны заросли густыми кустами. Если споткнешься и полетишь вниз, шансов отделаться «просто испугом» мало. Нам повезло — было сухо, поэтому веревки стали лишь источником развлечений для последователей Тарзана.

Купание в струях 30-метрового водопада на ручье Водопадном. Незабываемое ощущение: сверху льется прохладная вода, сбоку из-под камней вырываются струи пара, снизу из-под камней местами бьют колючие горячие струйки подземных источников, обжигают пятки. Долина гейзеров, Камчатка

У реки пришлось продвигаться среди кипящих лужиц в пестром обрамлении камней и травы. Мягкая почва кое-где была украшена большими медвежьими следами. В некоторых местах все кипело и бурлило, будто хлопотали адские котлы с кипятком, шипели струи газа из-под камней, воздух был наполнен серными газами. Мы были проинструктированы и потому обходили места с обманчивой низкорослой ярко-зеленой травой и неопасные на вид мелкие ручейки. Под тонким покровом почвы здесь скрывается жгучий зыбун, в который можно глубоко провалиться, а если шел без сапог — стать инвалидом. Как нам объяснили опытные люди, смело можно идти только по камням и участкам почвы, где встречается польнь — почему-то эта горькая трава не любит расти над горячими болотами.

Химический состав проб воды из лужиц и кипящих гейзеров оказался весьма разнообразным. Это, видимо, является причиной разнообразия и микроорганизмов, живущих там.

Когда мы в конце маршрута дошли до гейзера Первенец, он почти сразу стал извергаться. Мы взяли пробы воды, цеолита и монтмориллонита, искупались в речке и двинулись назад.

После обеда пошли вверх по ручью Водопадному за новыми пробами и чтобы искупаться в знаменитом теплом водопаде Джакузи. Назван он так неслучайно: его невысокие (около 2 м) струи выбили в камне гладкую чашу метрового диаметра, массаж в которой получается лучше, чем в обычных джакузи. Внизу, сразу за чашей, большая заводь, где могут комфортно рассесться человек восемь.

Подходя к водопаду, увидели на берегу ручья кучку болотных сапог — верный признак присутствия геологов: раздеваясь догола, эти бывалые экспедиционники снимают сапоги в последнюю очередь. Действительно, в теплом заливчике под водопадом блаженно мокли питерские геологи со своими местными коллегами, вооруженные губной гармошкой и жужжащей во рту пластинкой — хомусом. В сопровождении этих миниатюрных инструментов они исполняли популярные песни (такими концертами они радовали нас и в последующие дни на базе).

Во второй день рабочая группа прошла по маршруту в направлении гейзера Великан. Название его говорит само за себя: при извержении струя воды достигает в высоту тридцати, а иногда и сорока метров!

Извержения Великана во время нашей работы в Долине происходили почти точно с периодичностью восемь часов. Вырвавшаяся из жерла гейзера вода стекает вниз к реке, где какие-то добрые люди в давние времена сложили из валунов купальню, называемую «королевской ванной». При извержении гейзера тонны кипятка стекают по площадке, омывая изумрудные водоросли на камнях и остывая до комфортной температуры, а затем стекают в ванну. Женский состав экспедиции старался не пропускать редкие возможности искупаться здесь, ведь зеленые водоросли, образовавшие колонии на ее стенках, как говорят, оказывают омолаживающее действие на кожу.

Добравшись до Великана, мы отобрали пробы из жерла гейзера и из многочисленных небольших источников и лужиц, расположенных неподалеку. Отважный Репин пересек бурную речку Гейзерную вброд и отобрал еще несколько проб со склона реки, называемого Малый витраж из-за ленточной раскраски термальными отложениями. После этого, переполненные впечатлениями и огромным количеством проб и фотографий, мы вернулись в лагерь.

В каменной чаше знаменитого теплого водопада Джакузи на ручье Водопадном массаж получается лучше, чем в обычных джакузи





При свете фонариков

Нужно сказать, что каждый источник в долине, как и грязевые ванны, не похож один на другой. На поверхности некоторых грязевых ванн мы обнаружили маслянистую пленку. Согласно мнению некоторых исследователей, это — нефть, синтезированная местными термофильными микроорганизмами из газов, выносящихся на поверхность. Анализ образцов из этих ванн, сделанный позже, показал, что в них содержится много органического углерода и десятки различных органических веществ, которые сейчас детально исследуются.

Только наступление темноты останавливало полевые работы. Химические исследования образцов проводились уже при свете карманных фонариков — к сожалению, в импровизированной лаборатории, размещенной в коридоре дома, освещение отсутствовало. Поскольку кислотность и степень окисления образцов, а также концентрация в них сульфидов и карбонатов могли измениться при хранении, эти характеристики требовалось определить сразу на месте.

В проведении анализа только что отобранных проб нам очень помогла переносная комплект-лаборатория «Обь» для экспресс-анализа природных вод, которая разработана новосибирскими учеными и производится фирмой «Инфраспак-аналит» также в Новосибирске. Каждую пробу отбирали в два отдельных сосуда: раствор из первого анализировали на месте, а жидкость из второго, герметично запакованного, была предназначена для анализа уже в Академгородке.

Чтобы определить степень и факторы изменения химического состава образцов во время перевозки и хранения, был проведен отдельный эксперимент. Дело в том, что состав вод может меняться как от



Отважный Владимир Репин, переходит бурные воды Гейзерной, чтобы собрать образцы воды с термальных полей другого берега

В 1981 г. во время тайфуна «Эльза» на площадку Великана упала большая береза. Она так и лежит там, поливаемая кипятком, пропитываясь солями



контакта с воздухом, так и в результате жизнедеятельности находящихся в них микроорганизмов. Поэтому мы выбрали несколько проб воды из разных источников (от кислых до щелочных) и половину из них отфильтровали с помощью стерильного фильтра, чтобы удалить большую часть микроорганизмов. Затем в течение двух месяцев после экспедиции несколько раз измеряли кислотность среды. Оказалось, что большая часть образцов при хранении закислилась. Значит, не зря мы с такими трудами возили с собой лабораторию!

Вечер третьего дня пребывания в долине стал для нас и последним. Все участники экспедиции были переполнены смешанными чувствами: мы были в восторге от невероятной красоты и уникальности Долины гейзеров, но чувствовали, что пробыли в этом потрясающем уголке Земли слишком недолго. Уезжать не хотелось...



▲ Огромные грязевые ванны Долины гейзеров — природные ловушки с кипящей жидкостью — представляют немалую опасность для неосторожного путника

Малахитовый грот — самый красивый гейзер Долины: вечером в определенные часы над ним вспыхивает радуга. Конечно же, все хотят сфотографироваться рядом с этим чудом природы.
Долина гейзеров, Камчатка

Результаты экспедиции

Обратный путь был легким. Добрые вертолетчики быстро доставили нас в Петропавловск, специально пролетев над красивыми местами — высоченными черными вулканами. Кратер одного из них оглушительно свистел, из небольшого отверстия на внутренней стенке конуса сверкал яркий огонь и шел дым...

Оглядываясь в прошлое, мы понимаем, что все у нас получилось гораздо лучше, чем могло бы быть. Даже с погодой, как нам объяснили, повезло — бывали случаи, когда ждали неделями и не дожидались. Собрано более 200 образцов, сейчас ведется их всесторонний анализ.

Одна из целей экспедиции состояла в выявлении разнообразия микроорганизмов, адаптированных к экстремальным условиям горячих источников, фумарол и гейзеров Долины гейзеров. Особый интерес для ученых представляют экстратермофилы древней группы *Archaea*, способные при высоких температурах синтезировать различные белки, в том числе и ферменты, которые требуются для нужд биотехнологии (например, для биодegradации полимеров при высоких температурах). Такие микроорганизмы могут служить и для целей трансгенеза в качестве источников генов, кодирующих эти белки.



Вулкан в шапочке облаков вблизи аэропорта Петропавловска-Камчатского — последнее воспоминание о Камчатке, которое мы увозим с собой

В публикации использованы фотографии участников экспедиции

К настоящему времени из наших проб выделено более 300 штаммов микроорганизмов, в том числе эндемичных, характерных только для горячих источников.

Обычным приемом выявления биоразнообразия служит анализ состава сообществ микроорганизмов в той или иной пробе путем высева ее на искусственные питательные среды. Однако более эффективным является метод изучения, основанный на анализе характерных консервативных участков генома, которые можно использовать в качестве генетических маркеров. Одним из таких универсальных маркеров являются гены, кодирующие РНК рибосомы — клеточной органеллы, в которой синтезируются белки.

Результаты наших исследований с использованием этого генетического маркера еще раз доказали, что истинное разнообразие микрофлоры может в сотни раз превосходить то, что можно определить классическими методами.

Были также отработаны методы выделения ДНК из различных образцов (микробиологических матов, поч-

вы из грязевых ванн, осадка из проб воды) и методика дополнительной очистки выделенной ДНК от примесей. В результате удалось обнаружить присутствие в пробах неизвестных ранее бактерий и архей.

После любой (особенно удачной) экспедиции, перебирая в памяти все события, понимаешь, что успехом она обязана слаженной работе не только участников экспедиции, но и людей, казалось бы, косвенно с ней связанных. Мы бесконечно благодарны Г. А. Карпову, нашему гиду и попечителю, Е. И. Гордееву за красочные рассказы о Камчатке, руководству Кроноцкого заповедника и, особенно, его директору В. В. Комарову.

В заключение скажем, что нам очень жаль тех, которые не бывали в камчатской Долине гейзеров. А мы обязательно соберемся туда еще раз, чтобы основательно изучить удаленные части уникального геотермального района, разобраться с загадками Долины смерти и, конечно, проверить правильность инструкции по общению с местными медведями...

Мы улетаем из незабываемой Долины гейзеров. Один из вулканов, над которым мы пролетаем на вертолете, оглушительно свистит и пускает дым нам вслед

Прощальный концерт геологов, виртуозно исполненный на миниатюрных музыкальных инструментах — губной гармошке и хомусе

