

Е. К. Мархинин, А. И. Абдурахманов, А. М. Басарукин

ВУЛКАНЫ, ГИДРОТЕРМЫ И ЖИЗНЬ ОСТРОВА КУНАШИР

Остров Кунашир – уникальная природная лаборатория, в которой происходят удивительные, поражающие человеческое воображение и угрожающие его существованию современные геологические явления, такие, как извержения вулканов и различные по интенсивности землетрясения. Этот самый южный из Курильских островов представляет собой типичное вулканическое, но вместе с тем уникальное звено в курильской гирлянде островов. Это выражается в ряде особенностей геологического строения: в большом в сравнении с другими островами возрастном диапазоне геологического разреза, в преобладании в нем продуктов кислого вулканизма, наличии интрузий гранодиоритов и плагиогранитов, разнообразии вулканотектонических структур, широком спектре современных вулканических и гидротермальных проявлений.

Ярко выраженные характерные черты, присущие всей Большой Курильской гряде, а также специфические особенности этого острова позволяют рассматривать его как один из наиболее заслуживающих внимания объектов для комплексных исследований.

По разнообразию форм современного вулканизма и гидротермальной деятельности остров Кунашир в определенной мере единственный. Располагающиеся в его пределах вулканы Тятя, Менделеева, Головнина относятся к числу действующих и проявляющих активность в настоящее время. К ним следует отнести также вулкан Руруй. Они характеризуются своеобразием морфологии, внутреннего строения и отвечают различным типам вулканов: вулкан Тятя – стратовулкан типа Сомма – Везувий, вулкан Головнина – вулкан-кальдера, вулкан Менделеева – сложный стратовулкан (выросший в кальдерной депрессии) пелейского типа, наиболее опасная по характеру извержения разновидность вулкана, Руруй с конусом Смирнова относится к многовыходному «линейно-кустовому» типу вулканов.

Как существующие ныне вулканические центры, так и не сохранившиеся в современной морфоструктуре правулканы служили поставщиками материала для пород, обнажающихся в пределах острова. Вулканические породы являются субстратом существования ряда биологических объектов, а вулканические и гидротермальные процессы существенно влияют на ход протекания биологических. Поэтому изучение действующих вулканов острова Кунашир важно не только с точки зрения вулканологии, но и с точки зрения биологической науки. Так, при изучении свежих

пеплов вулкана Тятя, вынесенных на дневную поверхность при извержении 1973 г., в спиртово-водных вытяжках из них зафиксировано наличие аминокислот. Это чрезвычайно интересный научный факт. Он свидетельствует о том, что важнейшие предбиологические соединения (аминокислоты) – главные составные части белка – могут образовываться в процессе вулканических извержений, что в перспективе может привести к обнаружению пока недостающих связующих звеньев между живой и неживой природой. В составе органических соединений, выделенных из тех же пеплов вулкана Тятя, обнаружены углеводороды нефтяного ряда, изучение которых заслуживает внимания в связи с проблемой неорганического происхождения нефти.

Гидротермальные проявления на острове приурочены либо к построенным действующим вулканам, либо к региональным тектоническим нарушениям. Они разнообразны по своему химическому составу, температурному режиму и условиям формирования и типичны для гидротерм, развитых в вулканических районах тихоокеанского «огненного» кольца.

Остров богат горячими источниками. На северо-западном побережье острова расположены Нескученские термальные источники. Они прослеживаются вдоль берега на расстоянии примерно 1,5 км. Источников много, но дебит свыше 0,5 л/сек имеют только некоторые из них. Тем не менее суммарный дебит всей группы вряд ли меньше 10 л/сек. Горячие источники и выходы пара располагаются частью среди прибрежных галечников в зоне прибоя, частью приурочены к невысоким морским террасам с отметками порядка 10–12 м. Максимальная температура воды в них, по нашим замерам, составляла 96°. Пар имеет температуру 100° и поднимается под избыточным давлением порядка нескольких миллиметров ртутного столба. Воды Нескученских источников слабоминерализованные сульфатно-гидрокарбонатные с различным катионным составом.

На линии разлома, проходящей от вулкана Головина к вулкану Тятя, находится источник Добрый Ключ («Чайка»). Он представляет собой единственный выход горячей воды с температурой 67°C, расположенный примерно на половине расстояния между вулканами Менделеева и Тятя. Воды почти нейтральные, сульфатно-хлоридные, кальциево-натриевые с высокой минерализацией (1,4 г/л). Они содержат бром, фтор, медь, мышьяк, бор. Источник Добрый Ключ используется в лечебных целях.

Горячие источники, грязевые вулканчики и парогазовые струи, температуры в которых достигают 100–115°C, располагаются на склонах вулкана Менделеева группами, образуя сольфатарные поля. Четыре основных сольфатарных поля расположены полукольцом примерно на равной высоте (350–400 м). Полукольцо замыкается в полный овал полукольцом горы Мечникова. Юго-восточное сольфатарное поле впервые изучено Е. К. Мархининым в 1954 г. Расположено оно в истоках р. Четверикова. Имеет циркообразную форму и вытянуто по направлению ручья. Его размеры – 250х300 м. В верхней части поля много мелких газовых струй. Выходы газа приурочены к трещинам в андезитах и их туфобрекчиях.

Левый исток р. Четверикова берет начало из-под этого сольфатарного поля; температура воды истока в самой верхней части составляет несколько десятков градусов.

Восточное сольфатарное поле также впервые описано Е. К. Мархиным в 1954 г. Оно находится в истоках ручья Лечебный. Здесь сольфатары наблюдаются по обеим сторонам ручья, образуя два горячих озерца. Кроме них, существует еще несколько отдельных выходов газа и горячей воды по берегам и в прирусловой части долины ручья. Вода в горячих озерцах в отдельных местах вследствие бурного газовыделения «кипит». Кое-где со дна озерца спокойно, но непрерывно поднимаются газовые пузырьки. Во многих местах породы, будучи, вероятно, первоначально представлены главным образом андезитом, изменены до состояния глины. Это вызвало образование нескольких грязевых вулканчиков, высота которых достигает 1 м.

Северо-восточное сольфатарное поле (оно хорошо видно из Южно-Курильска) представляет собой, по-видимому, несколько слившихся воронок взрыва, в дальнейшем увеличенных эрозией. Оно расположено в истоках ручья Кислый. Площадь его — около 2 кв. км. Здесь очень большое число выходов газа. Разрушая и выбрасывая породу отдельными крошками, газ сам создает поры и пустоты, часто прикрытые только корками породы. Там, где имеются выходы газов, порода сплошь пронизана серой, цементирующей отдельные кусочки породы и заполняющей трещины в ней. В нескольких сотнях метров ниже северо-восточного сольфатарного поля по ручья Кислому, параллельно его течению, много мелких газовых струй, выходов горячей воды и небольших (до 0,5 м в поперечнике) грязевых котлов. Выходы их приурочены к сильно измененным, иногда полностью разложившимся агломератам. Через жидкую грязь в грязевых котлах пробиваются струйки газа.

Северо-западное сольфатарное поле расположено в истоках правого верхнего притока р. Лесной, вблизи основания купола вулкана Менделеева. Оно характеризуется небольшим количеством отдельных газовых струй, но зато здесь имеются две очень сильные газовые струи (их видно с дороги Южно-Курильск — Менделеево). Давление паров в них таково, что они отбрасывают обломки породы. Пары иногда выбрасывают мелкие брызги расплавленной серы. В районе северо-западного поля есть несколько групп термальных источников. Первая группа источников расположена на участке протяженностью 500 м к западу и северу от сольфатарного поля на абс. высоте 340–390 м.

Вторая группа источников расположена в русле двух ручьев, берущих начало с сольфатарного поля, в 1 км к северо-западу от него, на абсолютных отметках около 190–220 м. Для этой группы характерны обильные отложения (в местах выхода источников) гидроокислов железа красноватого цвета.

Третья группа источников расположена в 500–700 м к северо-востоку от сольфатарного поля и приурочена в основном к небольшим воронкам взрыва. Почти повсеместно в местах выхода и стока минеральных вод

развиты сернистые отложения и ощущается запах сероводорода. Температура воды в целом для всей группы низкая, но отдельные выходы имеют температуру до 30–45°C.

Четвертая группа источников расположена в 2,5 км к северо-западу от сольфатарного поля в пойме р. Лесной на абс. отметке 140–150 м. Термальная вода выходит в виде слабых восходящих грифонов из пойменных осадков на протяжении около 300 м, преимущественно у правого склона долины. Дебит всех струй составляет около 1,0 л/сек. Очевидно, большая часть термальной воды не достигает поверхности земли, фильтруясь в рыхлые гравийно-галечниковые и песчано-суглинистые отложения. Температура воды колеблется от 18–20 до 33°C. Вместе с водой выделяются слабые пузырьки газа. На путях стока и в местах выхода отлагается интенсивный осадок красно-бурых гидроокислов железа. В прослоях галечников встречаются отдельные маломощные линзы белых гидротермальных глин.

Горячие источники ручья Кислого («Росинка») находятся в верхнем течении ручья, берущего начало на северо-восточных склонах вулкана Менделеева. Первое описание этих источников сделано в 1951 г. Б. В. Стыриковичем. Позднее эти источники изучали В. В. Иванов (1955) и О. К. Калишевич (1959). Кроме того, сведения об этих источниках имеются в работах Е. К. Мархинина (1956, 1959), В. В. Иванова (1956, 1958), С. И. Набоко (1959) и Г. В. Корсунской (1958). Долина ручья большей частью узкая, каньонообразная. Уклон большой, русло порожистое. Во многих местах породы, слагающие борта долины, сильно изменены и превращены в пестроцветные глины. Общая вытянутость долины в северо-восточном направлении и характерная форма заставляют предположить приуроченность ее к тектоническому нарушению того же направления. Горячие источники ручья Кислого подразделяются на две группы – Верхнюю и Нижнюю, которые располагаются в 1,8–2,0 км друг от друга.

Верхняя группа источников расположена в 4 км на запад-юго-запад от пос. Горячий Пляж, в 0,8 км от северо-восточного фумарольного поля вулкана Менделеева. Абс. отметка выходов – 180–200 м. Здесь на участке протяженностью около 120 м вдоль русла ручья находится более 100 мелких выходов горячих вод. Самые верхние (по течению) выходы воды представляют собой небольшие прозрачные ручейки с ничтожным дебитом. Ниже по течению большинство источников приурочено к отверстиям диаметром до 0,3–0,5 м. Один из выходов представляет собой клокочущие и брызжущие ключи. Вместе с водой выбрасываются мелкий песок и гравий. Другие – грязевые воронки с кипящей темно-серой глинистой массой, из которой интенсивно выделяются пузырьки газов. Постоянный сток из таких выходов крайне невелик, иногда совсем отсутствует. Кроме этого, имеется много мелких выходов, которые «шипят» или «фырчат». Над самыми крупными выходами поднимаются струи пара. Эти струи особенно хорошо видны в холодную погоду. В воздухе чувствуется запах сероводорода.

Наиболее популярная нижняя группа источников находится в 3,0 км

на запад-северо-запад от пос. Горячий Пляж, в 1,7 км ниже по течению от Верхней группы источников. Абсолютная отметка выходов – около 65 м. Они приурочены к уступу левого берега реки на высоте 1–1,5 м над урезом воды. Дебит – более 10 л/сек.

Воды Верхней группы источников речки Кислой относятся к сильно-кислым, среднеминерализованным, метаново-сероводородно-углекислым, сульфатным, натриево-алюминиевым, в то время как воды Нижней группы источников следует отнести к сильнокислым, среднеминерализованным, азотным, хлоридно-сульфатным, алюминиево-водородным. Необходимо отметить резко повышенное содержание таких компонентов, как сероводород, железо, мышьяк, фтор, фосфор, бор и кремнекислота. Термальные источники образуют почти сплошной очаг разгрузки на протяжении 300 м по подножию левого борта и в русле ручья Докторского. Ручей теплый и образует ряд небольших замечательных водопадов.

Нижнедокторская группа термальных источников (источники «У водолечебницы») расположена в нижнем течении ручья Докторского в 1 км к северо-западу от Горячего Пляжа на абс. отм. 40 м. Термальные источники образуют почти сплошной очаг разгрузки на протяжении 200 м по подножию правого борта и в самом русле. Разгрузка гидротерм происходит по трещинам в виде нисходящих, реже восходящих струй. Суммарный видимый расход составляет примерно 12,0 л/сек. Замер расхода с учетом скрытой разгрузки гидрохимическим способом (по Si -иону) оказался равным 16,8 л/сек (Шуляков, 1965). Большинство источников имеет температуру 50–60°C. На путях стока образуются мощные кремнистые отложения – гейзериты и ярозиты. Площадь их распространения – около 3000 кв. м, мощность – несколько метров. В местах выхода струй агломератовые туфы разложены до глин охристого цвета или превращены в белые опализированные породы. Вскрытые шурфами в левом борту, белые каолиновые глины говорят о существовавшей здесь ранее циркуляции термальных вод.

Минеральные отложения источников в основном мышьяково-кремнисто-железистые с повышенным содержанием Mg, P, Pb и особенно Ba. Источники широко используются для водолечения.

Участок горячих ключей и интенсивных выходов пара, известный под названием Горячий Пляж, расположен на тихоокеанском побережье о. Кунашир у подножия вулкана Менделеева, в 6 км на северо-восток от его вершины и в 7 км на юго-запад от районного центра – г. Южно-Курильска. Полоса термальных проявлений, достигающая 200–250 м ширины, протягивается на расстояние порядка одного километра вдоль берега. При приближении к Горячему Пляжу уже издали видно, как он парит. Это парение есть результат выделения глубинных паров, с одной стороны, и испарения влаги с поверхности прогретого песка – с другой. Большинство горячих ключей и выходов пара расположено на юго-восточной окраине поселка, который так и называется Горячий Пляж. Поселок расположен на первой 3–6-метровой морской террасе, полого наклоненной к морю. На

этой же террасе прямо между строениями располагается ряд интенсивных выходов пара, но большая часть горячих источников и выходов пара находится непосредственно на пляже. Ряд горячих источников и струй пара выходит в зоне прибоя и заливается во время прилива, но наиболее интенсивные расположены в 100–150 м от берега. На юго-восточной окраине поселка в 1954 г. было три каптированных ключа – два бетонных колодца и один деревянный. Вода в них на несколько сантиметров была выше уровня земной поверхности.

Первая морская терраса с трех сторон – севера, запада и юга – окаймлена уступом второй морской террасы высотой 20–30 м. Из-под этого уступа в ряде мест просачиваются местные питьевые грунтовые воды. Вторая морская терраса упирается узким перешейком с тыловой стороны в мыс Горячий, образованный риолитовой экструзией и имеющей отметку 49 м. Этот перешеек и мыс Горячий делят всю полосу термальных проявлений на две неравные части: северо-восточную, где расположено их горячее большинство, и юго-западную. С юго-западной стороны мыса находятся три выхода горячей воды: один – непосредственно у контакта с экструзией и два – на значительном расстоянии от нее. Температура воды в горячих источниках достигает 99°C. Температура пара – 100°C. Вода источников Горячего Пляжа натриево-хлоридная с минерализацией 4,5–5 г/л. В ней много кремнистой кислоты (332 мг/л) и борной кислоты (51 мг/л). Содержатся также бром, мышьяк и другие компоненты.

На западном побережье о. Кунашир в 4,5 км к северу от пос. Третьяково и в 2,0 км к югу от м. Столбчатый выходят Столбовские источники.

Термальные воды вытекают в основании левого борта долины на расстоянии 20 м. Три выхода вод находятся на высоте 2–2,5 м от ручья. Абс. отм. выходов – 5,0 м. Главный грифон имеет температуру 80°C и дебит 0,3 л/сек. Общий дебит всей группы – не менее 2,0 л/сек. Из источников выделяется газ. Газ гидротерм углекисло-азотный. Интересно отметить высокое содержание метана (до 12 процентов). У верхних источников наблюдаются отложения нитевидной серы. Рядом с ручьем в продолговатом водоеме присутствуют термофильные водоросли в виде мясистых зеленых и буро-красных покровов.

Источники относятся к слабокислым, среднеминерализованным (минерализация 2,7 г/л), сульфатно-хлоридным, натриевым термам. Из биологически активных компонентов отмечается повышенное содержание кремнекислоты (143 мг/л). Кроме этого, в воде источников обнаружены бор (борная кислота – 25 мг/л) и бром (0,6 мг/л).

На западном берегу о. Кунашир, недалеко от пос. Третьяково, находятся Третьяковские источники. В 1951 г. они описаны В. М. Чапышевым, в 1953 г. – В. В. Ивановым. Согласно их данным известны две группы Третьяковских источников (Северная и Южная), расположенные в двух параллельных небольших долинах ручьев, текущих в Охотское море. Северная группа источников находится в 2,0–2,2 км от побережья в долине, протягивающейся в восточном направлении от северной окраины пос.

Третьяково. Термальное поле прослеживается у южного борта долины на абс. отм. 12 м. Вода вытекает из аллювиальных отложений, слагающих первую террасу. Главные выходы воды находятся в восточной части термального поля. Здесь имеется три слабогазирующих грифона с общим дебитом 0,5 л/сек. Максимальная температура воды – 87,5°C. Один из выходов каптирован деревянным срубом. В этом месте терраса заметно прогрета. В западной части поля есть еще два выхода термальных вод. Источники каптированы деревянными срубами, один из них имеет вид ванны глубиной 0,5 м. Поверхностного стока из срубов нет. На поверхности плавает жирная пленка. Температура воды в ванне 45°C. В другом источнике температура воды 64,2°C.

Южная группа источников расположена в 0,7–0,8 км от берега моря, в долине ручья. Выходы воды приурочены к ровной площадке у северного борта долины, сложенный аллювием. Температура воды – 70–71°C. Общий дебит, по В. М. Чапышеву и О. К. Калишевичу, – 0,7 л/сек, по В. В. Иванову – 0,5–1,0 л/сек.

Третьяковские минеральные источники относятся к среднеминерализованным (минерализация 3 г/л), азотным, хлоридным, натриевым. По кислотности воды близки к нейтральным, иногда щелочным. Необходимо отметить повышенное содержание в воде кремнекислоты. В воде определены марганец и стронций. Интересно отметить наличие метана (3 процента).

На западном побережье о. Кунашир в пос. Алехино, в 5 км от кальдеры вулкана Головина выходят Алехинские источники. Они исследовались в 1951 г. Б. В. Стыриковичем, в 1953–1954 гг. – В. В. Ивановым. В пределах пос. Алехино имеется три источника.

Северный находится в основании морской террасы высотой 15 м. Абс. отм. выхода воды – 7 м. Из углубления (1,0x0,7x0,5 м) в делювиальных отложениях выходит вода и по лотку поступает в небольшой ванный бассейн. Температура воды была: в 1951 г. – 55°C, в 1953 г. – 54,2°, в 1954 г. – 56°, а в 1958 г. – 55°C. Дебит источника: в 1951 г. – 0,8 л/сек, в 1953 г. – 1,75, в 1958 г. – 1,5 л/сек. Вода прозрачная, кисловатая, со слабым запахом сероводорода, без цвета. Вся поверхность лотка покрыта налетом желтой серы. Центральный источник находится в юго-западной части поселка. Вода выходит на склоне скалы, сложенной туфопесчаниками. Абс. отм. выходов – не более 10–15 м. Вода вытекает из двух рядов близкорасположенных трещин шириной 0,15 м и длиной до 0,4 м и далее поступает в ванны. Температура воды в 1951 г. и 1958 г. была 53,2°C, в 1953 г. – 55°, в 1954 г. – 56,4°C. Дебит воды из одной трещины в 1951 г. равнялся 2 л/сек, из другой – 1,4 л/сек. У основания этой же скалы имеется еще целый ряд мелких выходов воды с температурой 53–53,5°C. Общий дебит рассматриваемой группы в 1951 г. был равен 14,4 л/сек, в 1953 г. – 9–10, а в 1958 г. – 14 л/сек. Береговой источник обнаружен О. К. Калишевичем в центральной части поселка на морском пляже. Пляж около выхода нагрет. Температура воды – 48°C. Дебит источника незначительный. В. В. Иванов отмечает, что на расстоянии 100 м от

Центрального источника на территории самого поселка в береговых песчаных отложениях в прошлом имелся еще один крупный выход термальной воды. В настоящее время он полностью засыпан.

Воды источников среднеминерализованные (до 1,5 г/л), метаново-углекислые, хлоридно-сульфатные, натриево-кальциевые. По кислотности — от сильноокислых до нейтральных (рН от 4 до 7). Содержат сероводород и кремнекислоту. В воде определены бор, бром, мышьяк и марганец.

На западном побережье о. Кунашир недалеко от пос. Алехино расположены Южно-Алехинские источники. Их два — Северный и Южный. Источники исследовались в 1951 г. Б. В. Стыриковичем, в 1954 г. — В. В. Ивановым, в 1958 г. — О. К. Калишевичем.

Северный источник расположен на берегу моря в 1 км к юго-западу от пос. Алехино. У подножия морского обрыва, сложенного туфогенными породами неогена, на протяжении 10 м Б. В. Стырикович насчитывает 12 мелких грифонов. В. В. Иванов говорит о пяти крупных выходах вод. Абс. отм. источников — 2–4 м. Вода кисловатая на вкус. Температура воды в наиболее крупных выходах в 1951 г. была равна 45, 53 и 55°C. Суммарный дебит источников, по О. К. Калишевичу, — 10 л/сек. У места выхода воды отлагаются незначительные скопления серы и налеты солей.

Южный источник расположен на берегу моря в 3 км к юго-западу от пос. Алехино (в 2 км от Северного источника). Вода вытекает из делювиальной осыпи (глыбы андезитобазальта). Всего отмечается четыре грифона, расположенных близко один к другому. Вкус воды горьковато-кислый, запаха нет. Дебит источников незначительный. Температура воды во всех грифонах 65°C.

На побережье между этими двумя источниками встречаются участки выходов газов. Температура газа — 42–75°C. Породы на этих участках сильно разрушены и превращены в глинистую массу различных цветов и оттенков, обладающую красящими свойствами.

Воды Северного и Южного источников сильно различаются один от другого по своему химическому составу.

Воды Северного источника относятся к сильноокислым, слабоминерализованным, сульфатно-хлоридным, кальциево-натриевым, в то время как воды Южного источника слабощелочные и слабоминерализованные, хлоридно-натриевые. Из биологически активных компонентов в них отмечается повышенное содержание кремнекислоты и фосфора. Кроме того, в воде определены стронций и метаборная кислота.

В кальдере Головнина проявляется гидросольфатарная деятельность — в форме газовых струй, в виде грязевых вулканов и горячих ключей. Температура сольфатар нигде не превышает 100°C. Разнообразие форм проявлений зависит в основном от условий выхода вулканических газов на поверхность земли. Е. К. Мархининым в кальдере в 1954 г. выделено несколько сольфатарных полей.

У подножия южного склона Центрального восточного лавового купола в кратере взрыва находится Центральное восточное сольфатарное поле.

Дно кратера занято озером Кипящим диаметром 230 м и глубиной 22 м. Сольфатары располагаются не только по берегам озера, но и под водой, в его прибрежной части. Температура воды в озере колеблется от нескольких градусов (там, где в него впадают холодные поверхностные ручьи) до 90°C и более – в местах выхода сольфатар. Температура воды в протоке, вытекающей из озера, равна 36°C. На поверхности озера плавает черная серная пена. Берег озера покрыт черным серным песком, а дно – серным илом.

Можно выделить пять (не резко обособленных) групп сольфатар. Три – на северной и северо-западной сторонах озера, две, более слабые, – на юго-западной.

С северной стороны Центрального западного купола, где его стенка была нарушена взрывом вулканических газов, расположено Центральное западное сольфатарное поле. Сольфатары находятся главным образом в нижней части крутого склона купола. Обеленные, разложенные породы, указывающие на наличие сольфатарной деятельности в недавнем прошлом, спускаются со склонов купола к берегу большого кальдерного озера. Характерно наличие в нижней пологой части поля многочисленных пологих воронкообразных депрессий шириной до 3–5 м и глубиной 1–1,5 м, обусловленных, вероятно, разложением подстилающих пород. Вследствие того, что сольфатарное поле занимает крутой склон купола и сравнительно высокое гипсометрическое положение, сольфатарная деятельность здесь проявляется почти исключительно в форме газовых струй, которых насчитываются десятки, а может быть, сотни. Газ выделяется из них спокойно, с давлением в несколько миллиметров ртутного столба. В нижней части поля, в нескольких десятках метров от кальдерного озера из небольшой трещины вытекает совсем небольшой, но очень горячий ручеек (t 98,5°C). Вода ручья в значительной мере, по-видимому, представляет собой естественный конденсат сольфатарных паров. На северном берегу кальдерного озера расположено Черепаховое сольфатарное поле. Оно связано с «черепаховой» структурой – рисунком битой тарелки в озерных отложениях. Сольфатарная деятельность его в настоящее время еще довольно интенсивна на месте северо-западной разрушенной половины структуры. При этом само разрушение структуры и начало образования депрессии на месте купола обязаны взаимному действию сольфатар и эрозии. Многие сольфатары располагаются линейно вдоль северо-западной кромки структуры среди рыхлых, разрушенных озерных гравелитов. Ниже и далее к северо-западу небольшие горячие источники и многочисленные выходы сольфатар приурочены к сильно разложенным, обеленным, превращенным в глину породам. Многие струйки газа пробиваются со дна кальдерного озера.

На северном берегу кальдерного озера находится и Безымьянное сольфатарное поле. Выходы сольфатар сконцентрированы здесь в двух пунктах: непосредственно на берегу озера и в нескольких десятках метров от него на берегу 2–5-метровой терраски. Это сольфатарное поле особенно харак-

терно развитием грязевых котлов, которые имеют в поперечнике 1–1,3 м, в глубину – 0,5–1 м.

В северо-западной части кальдерного озера на подводном склоне, имеющем крутизну 40–50°, находится подводное фумарольное поле. Оно занимает площадь примерно 400 м², с которой поднимаются многочисленные струйки газа. В границах поля озерное дно четко выделяется беловатой окраской пород, что видно прямо с берега. Вода озера в этом месте имеет голубой оттенок и сильно опалесцирует. Подводное фумарольное поле исследовано К. К. Зеленовым. Подводный склон усеян глыбами андезита. Выходы газа приурочены к трещинам в андезитах или к воронкам, по краям которых находятся крупные камни, а в центре – мелкий песок. Из многих воронок выделений газа нет, но песок в центре воронок горячий. Струйки газа имеют умеренную температуру: резкое повышение наблюдается лишь в иле на глубине 20–30 см. У самого дна воронок скапливается тончайшая взвесь белых частичек серы. Видимого изменения горных пород на подводном поле не наблюдается. Лишь в местах интенсивного выхода газов из трещин в андезитах имеются незначительный налет сернистого железа черного цвета и желтые налеты серы.

Воды различных групп источников вулкана Головнина по своему химическому составу близки между собой. Они относятся к метано-сероводородно-углекислым, сильноокислым (рН 1,3–3,0), среднеминерализованным (до 6–7 г/л), сульфатным, алюминиево-водородным термам. В воде источников следует отметить резко повышенное содержание сероводорода (164 мг/л), железа (до 200 мг/л) и кремнекислоты (до 415 мг/л). Кроме того, в ней в большом количестве содержатся марганец (до 1,7 мг/л), стронций (до 1,8 мг/л), бром (до 3,1 мг/л), фтор (до 1,6 мг/л) и фосфор (до 5 мг/л). Исключение представляет несколько источников в Центральной восточной группе с менее кислыми и даже щелочными, сульфатно-гидрокарбонатными, магниевыми-кальциевыми водами. При этом в этих водах содержится до 124 мг/л сероводорода.

Вода Кипящего озера также является сильноокислой (рН 2,3–3,7). В наибольшем удалении от береговых источников (температура 31°C) вода содержит 880 мг/л (82% экв.) хлора и 450 мг/л (54% экв.) натрия. По мере приближения к фумаролам (температура до 97°C) увеличивается содержание сульфатов, кремнекислоты, железа, водорода и резко уменьшается количество хлора и натрия. Вода протоки из озера имеет сульфатно-хлоридный, кальциево-натриевый состав.

Таким образом, озерные воды углекислые, сильноокислые, слабоминерализованные, сульфатно-хлоридные, кальциево-натриевые. В воде озера также, как и в горячих источниках, резко повышено содержание биологически активных компонентов: кремнекислоты, железа, сероводорода, фосфора. При этом интересно отметить, что в водах горячих источников бор отсутствует, а в воде озера содержится до 50 мг/л метаборной кислоты.

Вода подводного фумарольного поля согласно К. К. Зеленому резко отличается от остальной части воды кальдерного озера и от вод мине-

ральных источников. Если в воде минеральных источников в катионах преобладают алюминий и железо, а в анионах – сульфат, то в воде подводного fumarольного поля в катионах резко преобладают натрий, кальций и магний, а в анионах – хлор.

По своему химическому составу (активной кислотности, преобладающим анионам и др.) термальные источники острова Кунашир подразделяются на две группы: 1) кислые хлоридные и сульфатные и 2) щелочные и слабокислые хлоридные, сульфатные и гидрокарбонатные.

Солевой состав источников первой группы формируется в пределах вулканических построек в результате насыщения вадозовых вод компонентами сольфатарных газов и взаимодействия образующихся при этом сильноокислых растворов с окружающими вулканогенными породами, из которых выщелачиваются почти все основания, сложные сочетания которых и определяют катионную часть гидротерм.

Источники второй группы приурочены, как правило, к тектоническим разрывным нарушениям в неогеновых породах фундамента четвертичных вулканов. Они очень часто имеют натриево-хлоридный состав, в связи с чем нередко рассматриваются как результат нагревания вулканическим теплом фильтрующихся вглубь или погребенных морских вод (например, термы Горячего Пляжа). Существуют также источники промежуточного состава в химическом отношении, практически заполняющие весь интервал между упомянутыми выше типами вод.

Термальные источники острова Кунашир выполняют огромную геохимическую работу по выносу в смежные водоемы многих рудных компонентов и сложных химических веществ. Многие из них являются субстратами, на которые воздействуют микроорганизмы. Последние практически повсеместно обнаружены в гидротермах, грязевых котлах и гидросольфатарах вулканов Менделеева и Головнина, где они активно участвуют в геохимических процессах. Большинство этих микроорганизмов способно к росту и развитию в экстремальных условиях, а их геохимическая деятельность связана с хемолитотрофным обменом веществ, т. е. с использованием в качестве источника энергии для построения клетки своего тела химических элементов с переменной валентностью (азота, серы, железа, марганца, ртути, мышьяка и др.). В результате этой деятельности происходит выщелачивание одних компонентов и осаждение других. Так, на вулкане Менделеева (руч. Кислый) на границе кислых и нейтральных вод наблюдается обильное осаждение гидроокиси железа. Садка этой гидроокиси может идти и в результате химического окисления, но в большинстве случаев в таких осадках обнаруживается обилие железобактерий, что указывает на большую скорость биогенного процесса по сравнению с абиогенным. Осаждение же гидроокиси железа в весьма кислой воде происходит исключительно в результате жизнедеятельности железозоокисляющих бактерий.

На дне термальных источников вулканов Менделеева и Головнина, а также источников Столбовских и Алехинских происходит осаждение совместно с опалом, алунином и мельниковитом тонкодисперсной аморфной

серы желтовато-серого цвета, так называемого сульфурита. В условиях высокой концентрации сероводорода и кислой реакции воды в его образовании большое участие принимают тионовые бактерии, которые в результате дальнейшего окисления серы и накопывании сульфат-иона сильно подкисляют раствор.

В гидротермах с небольшим количеством сероводорода и слабокислой, нейтральной или щелочной реакцией воды (источники Столбовские и Алехинские) вблизи выхода образуется снежно-белый налет, представляющий скопление серобактерий – бережину. В щелочных гидротермах с повышенной концентрацией мышьяка обнаружены малоизученные палочки бактерий, окисляющих мышьяковистые соединения. В озере Кипящем на вулкане Головнина, где происходит гидротермальное образование сульфидных минералов, обильно встречаются тионовые бактерии, способные окислять широкий набор сульфидов, в частности, пирит, реальгар, аурипигмент, халькопирит, арсенопирит и другие минералы.

Таким образом, изучение гидротерм о. Кунашир важно не только с точки зрения геохимии и учения о рудообразовании, но и биологии, т. к. позволяет получить представление о протекании жизненных процессов в очень необычных и практически не повторяющихся в других местах условиях.

Несомненно, вулканизм – это мощный и многогранный фактор, формирующий среду обитания живых организмов Кунашира. Будь то ландшафт острова, его почвы, состав флоры и фауны, их распределение – во всем сказывается влияние активной вулканической деятельности, отраженное как в прошлых летописях природы, так и на ее сегодняшних страницах. Это влияние настолько неоднозначно и еще так слабо изучено, что поведать о всех его оттенках сейчас не предоставляется возможным. Поэтому, значительно упростив проблему, пока выделим лишь два его крайних фактора, оказывающих разнополюсное воздействие на живые организмы, – губительный и благотворный.

Извержение вулкана Тятя в 1973 г. еще раз позволило ученым оценить грандиозную, разрушительную мощь подземных сил на то, что живет и размножается на поверхности земли. Мертвый, словно ошкуренный лес, попавший в зону выбросов кратера Отважный, до сих пор напоминает угрюмое кладбище с белыми, словно скелеты, стволами деревьев, оставшихся печальной памятью о некогда буйно зеленевшей тайге. Ветер, привольно гуляющий на черных полях и гоняющий шлаковую пыль, еще больше усугубляет удручающую картину безжизненного пространства. И даже редкие следы медведя или лисицы, прочертившие цепочки своих следов по шлаковым полям, не смягчают этого впечатления.

Все живое, что попало под черную тучу извержения и не успело улечь, убежать, уползти, было уничтожено и погребено под мощным шлаковым саваном. Погибли растения и насекомые, лягушки и млекопитающие. Досталось и птицам. Кого настигли «каменья» или засыпало пеплом и шлаком, а кто умудрился пережить период вулканической бомбардировки, погиб от бескормицы. Все сложнейшие биоценотические цепочки

ки, выкованные Природой веками, были разорваны здесь за несколько десятков часов работы вулкана. Благо еще, что извержение носило локальный и небольшой, по сравнению с площадью острова, характер, и можно надеяться, что пройдет еще несколько десятков лет и жизнь вновь вернется в свое лоно, конечно, не в том составе и обилии, как было, но и это — дело времени. Да уже и сегодня видно, как начинается ее наступление из периферических, менее пострадавших зон в направлении кратеров взрыва. Грандиозна необузданная мощь вулканических извержений, и все-таки жизнь берет свое.

Но не только катастрофические извержения несут гибель живому. При тихие или затухающие вулканы тоже создают немало проблем для различных организмов. Например, сольфатарная и гидротермальная деятельность, хотя и менее масштабное и губительное проявление вулканизма, тем не менее тоже часто оказывает негативное воздействие на живые организмы. Как правило, активные сольфатарные поля представляют собой безжизненные или слабозаселенные участки ландшафта площадью от нескольких квадратных метров до десятков тысяч. Обусловлено это тем, что ядовитые газы, высокие температуры, отсутствие почвы и т. д. часто сопутствуют сольфатарным полям, а весь этот «колючий букет» и создает экстремальные условия для существования здесь животных и растений. То же самое можно сказать и про многие гидротермальные проявления. В одних — все живое сварится в кипящей воде, в других — химический состав такой, что больше напоминает не воду, а смесь различных кислот, что, разумеется, неприемлемо для большинства живых организмов.

Список различных «грехов» и неприятных сюрпризов, числящихся за вулканами, можно продолжить. Но как и всюду, в Природе у любой отрицательной стороны есть и свои положительные аспекты. Здесь нет ничего застывшего, постоянного, все находится в динамическом процессе изменений и преобразований. Те же самые губительные пеплы и шлаки, извергнутые из недр вулкана, со временем превращаются в плодородный субстрат для развития различных микроорганизмов, что подготавливает почву для растений, а те, в свою очередь, продолжают восстановление цепочки до высших звеньев биоценоза. А сколь удивителен мир живых организмов, необычный для наших суровых климатических условий, а порой и просто уникальный, концентрируется на обогретых подземным теплом участках вокруг гидротерм. Да и в самих горячих источниках, где рука человека не выдерживает температуру воды, живут и успешно размножаются, как мы выше уже отметили, термофильные водоросли и бактерии. Видовой состав насекомых, обитающих возле ряда горячих источников, по своеобразию представляет собой настоящий «затерянный мир». Многие специалисты отмечают уникальную неповторимость энтомофауны в этих местах. Немало новых для науки видов описано с Кунашира именно отсюда.

И не только теплолюбивые беспозвоночные нашли себе приют возле гидротерм. Оценили местные «курортные» условия и некоторые позво-

ночные животные, особенно те, температура тела которых зависит от температуры окружающей среды. Только возле прогреваемых участков, образующихся за счет выноса на поверхность внутреннего тепла земли, встречается на Кунашире изумительная по своей яркости и красоте ящерица — дальневосточный сцинк. Нигде больше в Советском Союзе этот вид достоверно не известен. Только на Кунашире и только в районе гидротерм. Правда, в самое теплое время года эти рептилии могут удаляться на 1–2 км от горячих источников, но тем не менее их связь с ними прослеживается явно. Основная часть ареала этого теплолюбивого вида занимает Японские острова, где климат, несомненно, мягче. Мы предполагаем, что раньше, проникнув по сухопутному мосту, соединявшему Хоккайдо с Кунаширом, сцинк был более широко распространен на Кунашире. Но в результате наступившего периода похолодания ящерица вымерла на его большей части, и лишь немногочисленные ее микропопуляции, сконцентрировавшиеся возле горячих источников, сумели пережить ухудшение климата. Парниковый эффект, образующийся возле гидротерм, участки которых стали рефугиями для сцинка, позволил сохраниться виду на острове Кунашир.

Помимо сцинков, заметное предпочтение районам термоаномалий отдают и остальные пресмыкающиеся острова — японский, малочешуйчатый и островной полозы. В подобных местах отмечаются первые подвижные особи весной и последние — осенью, за счет чего период их сезонной активности удлиняется на 30–40 дней. Здесь наблюдается их наибольшая численность. Нам часто доводилось видеть греющихся змей, расположившихся на кустах гортензии в самых парах источников. Случалось встречать и сварившихся полозов, которые, сорвавшись с веток, падали в кипяток.

Ящерицы, змеи — животные пойкилотермные, которым, как говорится, сам Бог велел жаться к теплым местам, однако и теплокровные животные — птицы, млекопитающие — тоже извлекают пользу от подземного тепла, выходящего на поверхность земли. Например, незамерзающие озера позволяют некоторым водоплавающим оставаться на Кунашире на зимовку. В литературе описаны случаи, правда, для Камчатки, когда гидротермальное тепло выполняло роль естественного инкубатора, в котором успешно и гораздо быстрее, чем под родными наседками, выводились птенцы. Насекомые, погибшие в парах или в воде источников, позволяют некоторым «ушлым» птицам безбедно кормиться на таких участках, ставших своеобразной «скатертью-самобранкой», без значительных затрат энергии на поиск и добычу пищи.

Млекопитающие также посещают прогреваемые площадки и горячие ключи и явно не без определенного умысла. Правда, здесь еще очень много непонятого. То ли им просто нравится понежиться в тепле, то ли ванны и грязи помогают им избавиться от докучливых паразитов, а может, таким образом они лечат какие-нибудь свои, звериные болезни, которые, впрочем, не намного отличаются от наших, людских.

Ученым еще во многом предстоит разобраться, и, несомненно, масса

удивительных открытий ожидает их на пути изучения тех связей, которые имеются в Природе между живыми организмами всех уровней и рангов и вулканической деятельностью во всех ее проявлениях. И Кунашир в этом плане – благодатный полигон для специалистов в области биовулканографии, и, конечно, научные исследования будут разворачиваться здесь все шире и шире. Работы – непочатый край. Только при этом обязательно нужно помнить о чуткости живой природы на всякое грубое вмешательство в ее «хозяйство». Никакие благие намерения не могут оправдать чрезмерного изъятия тех или иных животных и растений, нет альтернативы бездумному вторжению техногенеза, особенно на таком небольшом и уязвимом острове, как Кунашир.

Природный мир Кунашира уникален и аналогов не имеет. И в наших силах, познавая его тайны, уберечь и сохранить его неповторимость для себя и потомков наших.

Изложенный материал со всей определенностью свидетельствует о том, что остров Кунашир представляет собой уникальное природное явление, детальное целенаправленное изучение которого позволит получить чрезвычайно ценную и единственную в своем роде информацию в различных областях наук о Земле и в биологии. Эта информация может сыграть значительную роль в построении общей теории формирования и развития внешних оболочек нашей планеты (земной коры и верхней мантии, гидросферы, атмосферы), теории магматических и гидротермальных процессов, с которыми связано возникновение главных видов используемого человеком минерального сырья, а также способствовать решению такой важнейшей проблемы биологии, как возникновение жизни и ее развитие на ранних этапах.