

ЛАХАРЫ НА ВУЛКАНЕ ПИК САРЫЧЕВА (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА) ПРИ ИЗВЕРЖЕНИИ 2009 ГОДА И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

LAHARS ON THE SARYCHEV PEAK VOLCANO (THE KURIL ISLANDS) DURING THE 2009 ERUPTION AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

ГРИШИН С.Ю.

Старший научный сотрудник Биолого-почвенного института
ДВО РАН, к.б.н., г. Владивосток, grishin@ibss.dvo.ru

GRISHIN S.Yu.

A senior staff scientist of the Institute of Biology and Soil Science of the Far Eastern Branch of the Russian Academy
of Sciences, candidate of science (Biology), Vladivostok, grishin@ibss.dvo.ru

Ключевые слова: вулкан Пик Сарычева; Курильские острова; остров Матуа; извержение; лахары; пирокластические потоки; пирокластические волны; поражение растительности.

Аннотация: статья посвящена исследованию зон прохождения четырех лахаров, образовавшихся на склонах вулкана Пик Сарычева на острове Матуа (Курильские острова) при его извержении в июне 2009 года. Это было рекогносцировочное обследование с внешним осмотром и фотографированием данных зон. Кроме того, для анализа параметров лахаров, а также снегового покрова были изучены спутниковые снимки острова. Длина наиболее крупного из них в зоне транзита и аккумуляции достигала 4 км. Запас снега в зоне питания и прохождения этого лахара к началу извержения был около 0,7 млн м³. Раскаленный пирокластический материал вызвал бурное таяние снега. Сформировавшаяся селевая масса состояла из свежих вулканических отложений и ранее извергнутых вулкаников. Масса потока сдирала грунт, почвенный и растительный покровы, обнажая местами склоны до скальных выходов. Поток перенес и отложил около 0,2 млн м³ твердого материала. Мощность отложений составила около 1 м в зоне аккумуляции и до 2–3 м в зоне транзита. Лахар уничтожил растительность на площади около 0,2 км².

Key words: Sarychev Peak volcano; Kuril Islands; Matua Island; eruption; lahars; pyroclastic flows; pyroclastic surges; vegetation damage.

Abstract: the article is dedicated to investigation of the zones of passing of four lahars formed on the slopes of the Sarychev Peak volcano on the Matua Island (Kuril Islands) during its eruption in June 2009. It was a reconnaissance survey with external examination and photographing of those zones. In addition satellite images of the island were studied to analyze the parameters of the lahars and the snow cover. The length of the largest lahar in the transit and accumulation zone reached 4 km. The stock of snow in the area of nutrition of the lahar was about 0,7 million m³. The red-hot pyroclastic material caused rapid melting of the snow. The formed mudflow mass consisted of fresh volcanic sediments and pyroclastics deposited earlier. The lahar abraded the ground, soil and vegetation cover and exposed up the slopes to rocky outcrops in some places. The flow moved and put about 0,2 million m³ of solid material. The thickness of the deposits was about 1 m in the accumulation zone and up to 2–3 m in the transit zone. The lahars destroyed the vegetation in the area of about 0,2 km².

Введение

Лахары — водогрязекаменные потоки, образующиеся в результате воздействия высокотемпературных вулкаников на массы снега и льда, находящиеся на вулканах. В отличие от лахаров, сходящих со склонов крупных и активнейших вулканов Камчатки (Ключевского, Шивелуча, Безымянного, Авачинского и др.), параметры и особенности поведения которых в целом известны [11, 14], данных по ним для вулканов Курильских островов очень мало.

При этом весьма вероятно, что многие из 40 активных вулканов Курил способны формировать лахары при извержениях. Так, было выявлено, что современный г. Северо-Курильск на острове Парамушир стоит на мощных отложениях лахаров вулкана Эбеко, что делает местоположение города потенциально очень опасным [11]. А в ходе мощного субпли-

нианского извержения вулкана Пик Сарычева на острове Матуа в июне 2009 года было извергнуто большое количество пирокластического материала, который в значительной мере перекрыл склоны вулкана и вызвал поражение экосистем [7, 10]. В результате воздействия раскаленных пирокластических масс и волн на снеговой покров со склонов вулкана сошел ряд лахаров, которые, особенно крупнейший из них, были четко видны на космоздоснимках.

В августе 2010 года в ходе изучения последствий извержения 2009 года для растительного покрова острова Матуа удалось кратко обследовать зоны прохождения четырех лахаров, сошедших по склонам южного и юго-восточного секторов вулкана Пик Сарычева. Были исследованы все их участки — питания, транзита и аккумуляции. Обследование проходило как рекогносцировочное, с внешним осмотром и фотографированием этих

зон. Кроме того, для анализа параметров лахаров, а также снегового покрова на острове Матуа были изучены спутниковые снимки разных лет. Наиболее полно характерные черты лахаров были выражены в зоне прохождения самого крупного из них (обозначенного нижней стрелкой на рис. 1), длина которого в зоне транзита и аккумуляции достигала 4 км. Характеристикам изученных лахаров и посвящена настоящая статья.

Природные условия острова Матуа

Остров Матуа — небольшой, площадью 52 км², уединенный остров в центральной части архипелага Курильских островов (см. рис. 1). Он находится на расстоянии около 400 км от полуострова Камчатка, более 700 км — от острова Хоккайдо, 88 и 28 км — от ближайших островов архипелага Шиадокотан и Расшуа (соответственно). В период Второй мировой войны на острове Матуа находился многотысячный гарнизон японских войск, подвергавшийся в 1943–1945 годах бомбардировкам американской авиации [12]. После войны на нем располагалось небольшое количество советских/российских военных и пограничников. С 2000 года остров необитаем.

Остров имеет длину около 12 км, ширину до 6 км. Его северо-западную, расширенную, половину занимает активный вулкан Пик Сарычева высотой 1446 м. Его юго-восточный склон является длинным и пологим, сложенным древними лавовыми потоками. Возраст этих лав предположительно составляет более 1000 лет, они полностью покрыты стланиками и лугами. Юго-восточная окраина острова состоит из комплекса низких древних террас.

Согласно современным геологическим данным остров Матуа находится в длительной (по крайней мере, с позднего плейстоцена) изоляции от других участков суши [2]. Генезис его рельефа и активность вулкана до середины XX



Рис. 1. Остров Матуа 2 августа 2009 года (фото со спутника Quickbird 2)

века кратко рассмотрены в работе Г.С. Горшкова [3]. Согласно результатам последних исследований [1] современный активный вулкан Пик Сарычева сформировался около 400–500 лет назад. Интенсивный вулканизм в значительной мере определяет природу острова. За последнее столетие существенные и особо сильные извержения произошли в 1928, 1930, 1946, 1976 и 2009 годах. К крупнейшим за исторический период относятся извержения 1760 (предположительно), 1946 и 2009 годов. По своему характеру извержения этого вулкана являются эксплозивными, часто эффузивно-эксплозивными. Их продукты — андезиталяты. Важнейшим результатом сильных эксплозивных извержений было образование пирокластических потоков, мощные отложения которых вскрываются на побережьях острова. Судя по разрезу почвенно-пирокластического чехла в удаленной от вулкана юго-восточной части Матуа [16], его экосистемы время от времени подвергались особо мощным пеплопадам. Последняя катастрофа такого рода была, вероятно, в начале 1760-х годов.

Для этого острова характерен аномально холодный (для широты 48°) климат Северных Курил, преобладание облачности и частых туманов, постоянные и сильные ветры [13]. Хотя среднемесячная температура января равна лишь минус 6,3 °С, средняя температура наиболее теплого месяца (августа) — всего плюс 10,9 °С.

Растительность острова Матуа до извержения вулкана Пик Сарычева 2009 года

Растительность Матуа по составу и структуре типична для Северных Курил [6], но выражена в обедненном, ре-

дуцированном варианте. Растительный покров острова состоит из субальпийского ольхового стланика, лугов, верещатников и несомкнутых группировок растений на вулканических отложениях [4, 9].

По дистанционным данным (спутниковым снимкам ASTER/TERRA) были определены верхние пределы наличия растительности до извержения 2009 года.

Травяно-кустарничковый (обычно разреженный) покров достигал на южном склоне отметок 900 м, а на северо-восточном и юго-западном — около 350 м. Сплошные заросли ольховника достигали 500 м на юго-восточном склоне. После извержения здесь произошло снижение этой границы до 400 м.

Большая часть склонов в юго-восточной половине острова в пределах высотных отметок 100–700 м была занята древними (имеющими возраст предположительно более 1000 лет) лавовыми потоками. На них располагались луга и главным образом стланики. Последние были представлены преимущественно ольховником с некоторым участием кустарниковой рябины. Заросли ольховника на склонах в основном были сомкнуты, высота их в благоприятных условиях достигала 4 м, диаметр основания стволов — 15–20 см.

Размеры зарослей в неблагоприятных экотопах (на побережье, приморских террасах, на верхнем пределе распространения) в основном были менее крупными (высотой 1–2 м, с диаметром стволов в основании около 5–10 см) и не всегда сомкнутыми. Почвы были в основном примитивными, фрагментарно выраженными на отложениях тефры.

Выше пояса стлаников располагалась кайма горных лугов, преимуще-

ственно несомкнутых, расположенных на скелетных почвах, сформированных грубым пирокластическим материалом (лапилли, крупный песок).

Извержение вулкана Пик Сарычева в июне 2009 года

В июне 2009 года на Матуа произошло очень крупное извержение вулкана Пик Сарычева, в ходе которого преимущественно пирокластическими потоками и волнами, а также лавовыми потоками и лахарами были уничтожены экосистемы северо-западной половины острова на площади около 25–30 км² [15]. Влияние вулканизма, в том числе последнего извержения 2009 года, на растительный покров острова рассмотрено в недавно опубликованных статьях [4, 5, 7, 8].

Основные события мощного эффузивно-эксплозивного извержения вулкана Пик Сарычева произошли 12–15 июня 2009 года. В ходе катаклизма, по оценке авторов [7], было извергнуто около 200 млн м³ вулканитов. Коэффициент эксплозивности составил 0,90–0,95. По оценке сахалинских вулканологов [10, 19], было извергнуто более 400 млн м³ пирокластического материала. Основную часть (более 1/2) извергнутого материала составили отложения пирокластических потоков. Эти потоки с сопровождающими их пирокластическими волнами, а также отложения тефры превратили конус вулкана в вулканическую пустыню [15]. Наиболее интенсивно (по объему продуктов и длине прохождения) пирокластические потоки низвергались на западные и северо-восточные склоны вулкана. Отложения пирокластических потоков (и, вероятно, лахаров) внедрились в море, образовав новые участки суши (см. рис. 1).

Фотографии участников экспедиций 2009 года показали, что почти все склоны вулкана были перекрыты раскаленными пирокластическими отложениями, которые обильно парили на побережье. Потоки сопровождалась пирокластическими волнами. И если потоки двигались по понижениям рельефа, то волны перемещались по любым поверхностям, включая возвышенные.

Пирокластические потоки полностью погребли растительность на склонах вулкана, тогда как газово-песчаные волны обуглили и ободрали стволы ольховника, оставив на ряде склонов обширные массивы мертвых зарослей.

Лавовые потоки сошли на северо-восточном и северном склонах. Северо-восточный поток закончил свое продвижение на высоте около 220 м, а северный остановился на высоте 430 м. Ширина потоков составляла около 100–150 м, длина — около 2,1 и 2,4 км (в горизонтальной проекции), площадь

излияний — 0,8 км² [8]. Пеплопад умеренной силы вне конуса был небольшим: мощность пепловых отложений составила от 1–2 см на юго-восточной окраине острова до 3–5 см на склоне вулкана (на высоте 600 м). Основная масса тефры, по-видимому, выпала за пределами острова.

Снеговой покров на вулкане Пик Сарычева

Для климата острова Матуа характерно высокое количество осадков — 1223 мм/год [13]. По метеоданным, полученным на приморской террасе, до половины осадков выпадает в виде снега (в горах их количество, очевидно, выше).

Судя по космоснимкам разных лет, снеговой покров на острове остается сомкнутым (сплошным) до конца первой декады апреля. В первой декаде мая он покрывает до 1/4–1/3 территории острова, в том числе почти весь конус вулкана, спускаясь с него огромными снежниками до берега моря. В весенний период снеговой покров наиболее мощно выражен, а в июне — июле продолжает оставаться в виде снежников на склонах юго-восточной половины конуса (а не северной, как можно было бы ожидать). Это может быть связано как с более мощной аккумуляцией осадков в холодный период с океанской стороны, так и с пониженным темпом стаивания снегового покрова в теплый период (также из-за более сильного охлаждающего эффекта океана). Существенную роль может играть и специфика рельефа: в северо-западной половине конуса преобладает слаборасчлененный аккумулятивный рельеф молодого вулкана Пик Сарычева и отсутствуют глубокие отрицательные формы, тогда как в юго-восточной половине, на примыкающих к конусу склонах позднеплейстоценового-голоценового вулкана Матуа, выражен денудационный рельеф с глубокими отрицательными формами. В таких формах снежники могут сохраняться до августа на относительно небольшой высоте — до 500 м.

К началу извержения (12 июня 2009 года) природа острова находилась в фазе перехода от весны (на склонах вулкана) к лету (у подножия вулкана). Космоснимки показали, что 9 мая средняя и верхняя части конуса вулкана Пик Сарычева были полностью покрыты снегом, снежники по распадкам спускались до уровня моря. 20 мая на подножиях вулкана снег сошел, но растительности был бурый. 31 мая еще были мощные снежники на конусе, протяженность крупнейших из них достигала 2 км. 6 июня на конусе вулкана располагались крупные снежники протяженностью в сотни метров — они были приурочены к депрессиям на

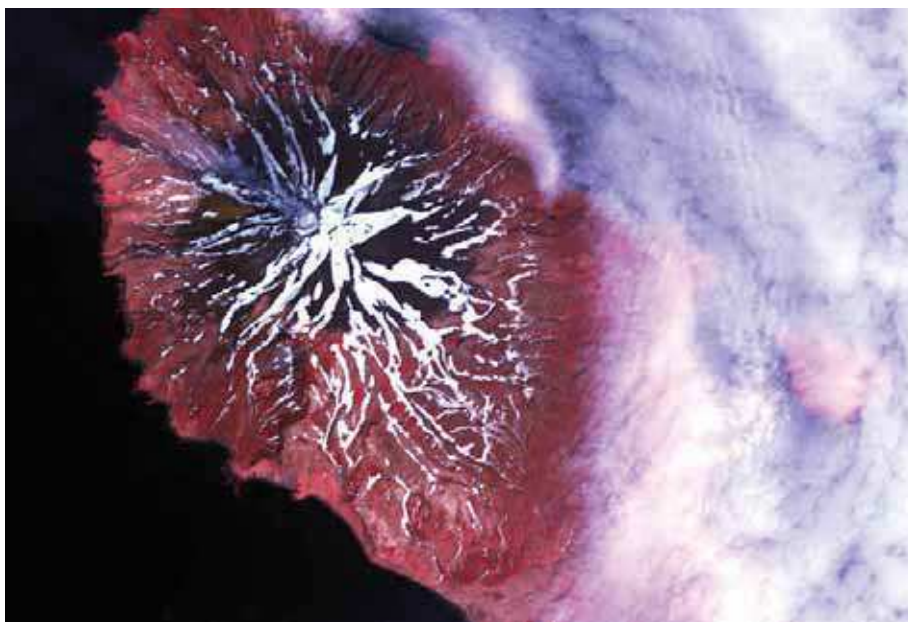


Рис. 2. Снеговой покров на острове Матуа 31 мая 2009 года (фрагмент фото со спутника Aster/Terra)

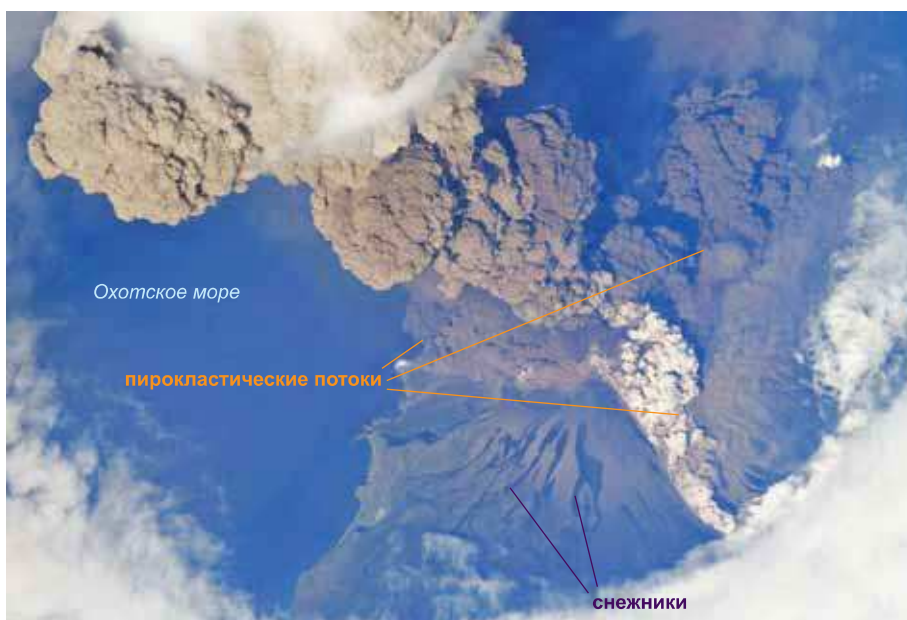


Рис. 3. Извержение вулкана Пик Сарычева. Эруптивный столб и сходящие пирокластические потоки (фрагмент фото с борта МКС 12 июня 2009 года)

склонах. Позже огромные размеры этих снежников сыграли важную роль в формировании наиболее мощных лахаров.

Судя по спутниковому снимку, сделанному 31 мая 2009 г. (рис. 2), перед извержением до 3/4 снегового покрова вулкана располагалось на склонах его юго-восточной половины. Ширина снежников достигала 400 м, длина — 2 км, а в одном случае — 3 км (в горизонтальной проекции).

Благодаря спутниковым снимкам можно установить, какие снежники находились в зонах питания лахаров, и оценить объем запасенной в них воды. Форма снежников зависит только от рельефа и не меняется, пока не происходят его радикальные изменения. Так, судя по архивному аэрофотосним-

ку (любезно предоставленному автору Е.М. Верещагой), который был сделан с американского бомбардировщика во второй половине мая 1944 года, за 66 лет форма снежников на южном склоне вулкана Пик Сарычева не изменилась, несмотря на мощные извержения 1946 и 2009 годов. Ситуации 13–15 июня 2009 года приблизительно соответствует снимок Earth Observing-1 (EO-1) от 11 июня 2010 года [18], по которому автором и были проведены измерения размеров, площадей и абсолютных высот снежников (с помощью сервиса Google Earth).

Благодаря имеющимся космоснимкам были оценены запасы снега и фирна в зоне питания и частично в зоне транзита. Мощный снежник, находившийся в зоне питания лахара на



Рис. 4. Участок (на высоте 450–550 м), по которому сошли пирокластические потоки (видна их нижняя граница) и пирокластические волны. Прохождение волн маркируется мертвым стлаником. В верхней части фотографии видна долина, по которой прошел лахар



Рис. 5. Нижняя часть шлакового пирокластического потока (фрагмент территории, показанной на рис. 4)

высоте 600–1100 м, имел средние длину и ширину 1500 и 150 м соответственно. Допустив (на основании опыта полевых маршрутов), что средняя мощность снегового покрова составляла 2 м, получим объем снежника $450\,000\text{ м}^3$, а с учетом крутизны склона (20°) — $480\,000\text{ м}^3$. Кроме того, существенный запас снега находился в русле верхней части зоны транзита (300–600 м) — около $210\,000\text{ м}^3$. Таким образом, суммарный запас снега в зоне схода данного лахара к началу извержения был около $0,7\text{ млн м}^3$. При высокой или максимальной плотности тающего снега $0,60\text{--}0,75\text{ т/м}^3$ запас воды в этой зоне мог достигать $0,4\text{--}0,5\text{ млн м}^3$.

Формирование лахаров

На уникальных снимках извержения вулкана Пик Сарычева с борта Международной космической станции (МКС) 12 июня 2009 года снежники — темные вытянутые контуры — ясно видны на юго-восточном склоне (рис. 3) [20]. Снежник, давший начало наиболее крупному лахару, располагается на рис. 3 между стрелками. Темный, почти черный тон объясняется тем, что поверхность снега была перекрыта тефрой (по-видимому, темно-серого цвета, судя по наблюдениям очевидцев летом 2009 года), которая увлажнилась от тающего снега. Прилегающие склоны покрыты умеренным количеством

тефры: снизу вверх цвет склонов меняется от серо-зеленого (зеленый цвет дала начавшая вегетацию растительность, «припудренная» тефрой) до серо-коричневого. Таким образом, снежники еще не подверглись воздействию пирокластических потоков. Однако на том же снимке видно, что потоки уже сходят — их можно насчитать несколько. По восточному склону, где в рельефе выражена наиболее крупная каверна (видна к востоку от кратера на рис. 2), заполненная крупнейшим снежником, сходит мощнейший пирокластический поток, испаряющий снег, — в результате видна огромная пеплово-газово-паровая туча, стоящая над потоком (преобладание водяного пара придало ей почти белый цвет) (см. рис. 3). Одновременно в юго-западном секторе клубящееся облако над потоком имело более характерный для данного извержения серо-коричневый цвет. Судя по хронологии активности и оценке интенсивности (высоте эруптивных столбов), реконструированным по спутниковым данным [19], пирокластические потоки и сопутствующие им пирокластические волны, образовавшие наиболее крупный лахар, с высокой степенью вероятности сошли 13–15 июня.

Полевые наблюдения показали, что фронтальные части шлаковых пирокластических потоков, сформированных окатанными темными андезитобазальтовыми валунами, узкими полосами достигли высоты 450 м, где они перекрыли снежники на склоне и в русле. Пирокластические волны широкими полосами прошли по прилегающим склонам — это можно установить по погибшим зарослям ольховника и малоомощным (5–20 см) отложениям волн (рис. 4, 5). Наиболее низко расположенный след пирокластической волны зафиксирован на склоне борта в 15 м от русла на высоте 390 м (рис. 6). Мощное термическое воздействие волн и отложений пирокластических потоков на снеговой покров вызвало бурное и масштабное таяние снега в высотном интервале 400–1100 м. Вероятно, ситуация была усугублена усиленным протаиванием снега (и повышением содержания воды в нем) вследствие перекрытия снега тефрой в начальный период извержения до формирования пирокластических потоков и волн. Насыщение свежотложенного пирокластического материала влагой до определенного предела спровоцировало «срыв» этой массы со склона. Движение грязевого потока в зоне питания и верхней части зоны транзита происходило с непрерывным увеличением объема и скорости потока, а также содержания твердого вещества в водогрязекаменной смеси. Имеющиеся данные не позволяют установить, был ли снег единовременно растоплен пирокластическим потоком или их серией, могли ли глыбы льда, фирна или

просто нарастающие массы снега из этого снежника быть увлечены вниз образовавшимся лахаром, какова была температура движущейся массы.

Поток перенес и отложил оценочно до 0,20–0,25 млн м³ твердого материала, преимущественно представленного слабосвязанным шлаком, мелкоземом и мелкими валунами (рис. 7). Мощность отложений составила около 1 м в зоне аккумуляции и до 2–3 м в узкой осевой части русла в зоне транзита (см. таблицу). Основная масса материала лахара отложилась в зоне аккумуляции (рис. 8).

Три других обследованных лахара были небольшими — протяженностью в зоне транзита и аккумуляции не более 2 км. Один из них показан на рис. 1 (верхней стрелкой) и на рис. 9. В его русле видны отложения шлакового пирокластического потока, который трансформировался в водоэрозийно-лазарный лахар (длина его в поясе ольховника составила около 1700 м). По бортам русла расположены полосы ободранных (без коры и частью без ветвей) побегов ольховника, резко отличающиеся белой ошкуренной древесиной от коричневатых стволов и ветвей усохшего ольховника, почти полностью сохранивших кору. Небольшой конус выноса этого лахара не снес заросли ольховника — маломощные отложения растеклись под их пологом.

Были ли другие крупные лахары в результате извержения 2009 года? Вероятно, были: на склонах в юго-западном и восточном секторах вулкана до извержения существовали мощные снежники в отрицательных формах рельефа. Так, прохождение пирокластического потока по снежнику вызвало видимое на космическом фото (см. рис. 3) мощное образование пара. В дальнейшем, однако, по этим ложам многократно сходили огромные пирокластические потоки, скрывшие отложения лахаров.

Особенности прохождения самого крупного лахара

Сформировавшаяся селевая масса самого крупного лахара состояла, очевидно, как из свежих вулканических продуктов (тефры, отложений пирокластических потоков и волн), так и из ранее извергнутых вулкаников, покрывавших склоны конуса, а также находящихся в зоне транзита. В зоне питания и верхней зоне транзита, где угол падения превышал 15°, лахар разогнался до большой скорости, что увеличило его разрушительную силу. По данным, полученным при изучении последствий схода лахара со склонов вулкана Невадо-дель-Руис (Колумбия) в 1985 году, поток лахара разогнался до скорости 60 км/ч [17]. Возможно, близкие значения были достигнуты и в рассматриваемом случае, судя по по-



Рис. 6. Нижний предел прохождения пирокластических волн (высота 390 м): 1 — прирусловая часть, перекрытая отложениями лахара, заросли стланика содраны; 2 — кайма погибших и ошкуренных лахаром стволов ольховника; 3 — мертвые заросли ольховника на склоне с неповрежденной корой и тонкими ветвями, погибшие в результате воздействия пирокластических волн; 4 — живые заросли ольховника, уцелевшие с «теневого» по отношению к движению пирокластических волн стороны холма

следствиям. Так, в средней части зоны транзита на высоте 240–190 м лахар, меняя вектор движения из-за поворотов врезанного русла, несколько раз пересекал склоны высотой до 10–15 м. Масса потока сдирает рыхлый грунт, почвенный и растительный покровы, обнажая местами склоны до скальных (лавовых) выходов. Подвергшиеся воздействию «ободранные» склоны и де-

формированные остатки древесной растительности (состоявшие здесь почти исключительно из зарослей ольхового стланика), являются четким индикатором интенсивности воздействия лахара. В норме саблевидно изогнутые ветви-стволы ольховника, достигавшие здесь 4 м в высоту и 10–15 см в диаметре оснований стволов, наклонены вниз по склону. После прохождения



Рис. 7. Отложения лахара в зоне транзита. Прибор лежит на горизонтальной поверхности, ниже прибора — часть вертикального разреза



Рис. 8. Зона аккумуляции лахара (верхняя часть)



Рис. 9. Стволы стланика, обточенные лахаром и полупогребенные его отложениями



Рис. 10. Лахар содрал растительный и почвенный покров на древнем лавовом потоке

лахара ветви ошкурены, их древесина абрадирована, они все единообразно повернуты по течению потока. Отдельные ветви, основания которых полупогребены отложениями по краям русла, обточены водогазовым потоком так, что от них остались лишь короткие терминальные части, напоминающие тонкими уплощенными верхушками лопасти деревянного пропеллера (рис. 10).

До извержения растительный покров юго-восточного склона приблизительно до высоты 500 м был покрыт стланиками, местами с участками горных лугов. Путь лахара в зоне транзита прошел по старому заросшему руслу, расположенному между двух древних лавовых потоков, возраст которых, по-видимому, существенно превышает 1 тыс. лет. Эти потоки полностью (в зоне прохождения лахара) заросли ольховником. На спутниковых снимках, выполненных до извержения 2009 года, видно, что в средней и нижней зонах транзита стланиковый покров полностью смыкался и расположение русла практически не просматривалось. Е.М. Верещага, руководитель краеведческой экспедиции, работающей на острове Матуа с 2003 года, рассказал, что до извержения 2009 года русло было полностью задерновано, его склоны и днище были покрыты сомкнутым стлаником, который при подъеме на вулкан местами приходилось прорубать. Интересно, что в период Второй мировой войны долина этого ручья, как и другие укромные лощины в юго-восточной части острова, использовалась японцами. Лахар вскрыл и вынес в русло многочисленные предметы их быта (пустые бутылки, посуду, обувь и др.). Возможно, здесь даже проходила дорога наверх, судя по найденному колесу. В стенке борта, выполненного рыхлыми отложениями, лахар вскрыл входы в убежища японцев от воздушных налетов (так называемые «лисий норы»).

В верхней, «горной», части зоны транзита высота заплесков не превышала 3–6 м над современным дном русла (которое, по-видимому, перекрыто отложениями лахара мощностью до 2–3 м). В местах поворотов русла высота заплесков взлетала до 10–15 м. В одном из таких мест поток после поворота пошел не по руслу, а по инерции ударил «в лоб» лавовой гряде, в результате чего частично ободрал ее склон до лавы, а частично перекатился через ее верх (поднявшись более чем на 10 м), оставив ободренные стволы ольховника (рис. 11). При этом в месте контакта лахара с лавовой грядой основание соседнего левого борта долины практически не было задето ударом, судя по целым зарослям ольховника, спускающимся к самому руслу. Перекатившись через лавовую гряду, поток нанес далее и ниже удар по про-

Некоторые характеристики наиболее крупного лахара				
Характеристика лахара	Зона			
	питания	транзита верхняя	транзита нижняя	аккумуляции
Высотный интервал, м	600–1 100	300–600	110–300	50–110
Средняя крутизна склона, град.	20	11,5	5,0	3,5
Протяженность зоны прохождения лахара в горизонтальной проекции, км	1,4	1,5	1,6	1,5
Средняя ширина зоны прохождения лахара в горизонтальной проекции, м	160	25	35	100
Площадь зоны прохождения лахара, га	24	3,75	5,25	10
Оцененная мощность отложений лахара, м	0,1	2–3	1–2	1
Оцененный объем отложений лахара, м ³	24 000	30 000	45 000	100 000



Рис. 11. После обтекания лавового потока (изображенного на рис. 10) лахар ударил в противоположный борт распадка, содрвав растительный и почвенный покров, и обнажив скрытые «лисьи норы». Поток прошел и по верхней части склона, погубив полосу ольховника. Высота обнажения около 10 м



Рис. 12. Небольшой лахар, сошедший по юго-восточному склону (показан верхней стрелкой на рис. 1)

тивоположному борту, ободрав до грунта высокий, около 10 м, склон (на котором обнажились входы в «лисьи норы» японцев) и погубив стланик на вершине этой террасы (рис. 12). Интересно, что эти преграды отнюдь не поглотили огромную кинетическую энергию лахара: сотней метров ниже, после некоторого поворота русла, поток снова взлетел по склону борта высотой около 8 м на террасу и пронесся по ней, оставив мертвые заросли стланика.

Самый крупный лахар уничтожил стланиковую и частично луговую растительность в русле ручья и на пологой равнине, где растеклись веером отложения конуса выноса потока. Общая площадь территории, на которой погибла растительность в результате схода этого лахара, составила около 0,2 км². В целом от воздействия всех четырех обследованных лахаров эта площадь составила примерно 0,3 км². Для сравнения: два лавовых потока 2009 года перекрыли территорию размером 0,8 км² на склонах вулкана, но площадь участков с пострадавшей растительностью была невелика: заросли стланика были уничтожены лишь на площади 3–4 га. Основные масштабы поражения растительного покрова на острове Матуа были вызваны пирокластическими потоками и волнами: в пределах 25 км² северо-западной половины острова вся растительность была уничтожена. Надо отметить, что растительный покров (разной степени сомкнутости) на склонах вулкана до извержения 2009 года занимал не более половины этой территории.

Наиболее масштабно действующим фактором поражения в ходе июньского извержения были раскаленные пирокластические волны. Они уничтожили около 5 км² зарослей стлаников, а также травяно-кустарничковую растительность.

Через 1 год и 2 месяца после извержения в русле большого лахара

можно было обнаружить единичные растения. Иногда они были перенесены с кусками дернины, сорванными лахаром со склонов. Довольно много можно было увидеть крупных корневищ папоротника (щитовника расширенного), который является доминантом травяного яруса под пологом растительных сообществ зрелого ольховника. Выванные из почвы со склонов долины корневища были перенесены потоком; многие из них оправились в неблагоприятных условиях безжизненного русла и выпустили листья (вайи). Кроме щитовника сравнительно часто можно было увидеть побеги других травянистых растений — вейника и лабазника камчатского (шеламайника). Спорадически встречались и другие небольшие растения — анафалес жемчужный, остролодочник вдавленный, мелкий двулепестник альпийский, всходы ольховника и др.

Восстановление растительного покрова в зоне прохождения лахаров займет, по-видимому, не более 50–70 лет, поскольку в этот период новые нарушения от прохождения мощных водных или водогрязевых потоков маловероятны (мощные извержения, подобные событию 2009 года, происходят на острове Матуа не чаще, чем один раз в 50–100 лет, а выброс вулкаников ориентирован главным образом на склоны северо-западной половины вулкана). Быстрорастущий ольховник заселит основную часть поврежденных участков. Однако эрозионные процессы в зоне нарушений (в русле и на «ободранных» склонах) могут замедлить процессы восстановления.

Заключение

Постоянно и мощно действующий эксплозивный и эффузивный вулканизм глубоко изменил природный комплекс острова Матуа. Кроме снижения верхнего предела распространения растительного покрова наблюдается постоянно существующая асимметрия поясности растительности. Заметно снижено разнообразие растительности и флоры.

Природный комплекс вулкана Пик Сарычева на острове Матуа являет собой редкий пример крайне динамичной экосистемы. Растительность здесь регулярно испытывает поражения разного масштаба и глубины, но в определенной мере адаптировалась к этим катастрофам, достаточно быстро восстанавливая смкнутый покров на значительной части острова.

Мощное извержение вулкана Пик Сарычева в июне 2009 года стало катастрофой для экосистем острова. В ходе этого извержения преимущественно пирокластическими потоками и волнами, а также лавовыми потоками

и лахарами был уничтожен растительный покров северо-западной половины острова Матуа в пределах территории площадью около 25–30 км².

Из пяти крупных извержений вулканов (Алаид, 1972, 1981 годы; Тятя, 1973 год; Чикурачки, 1986 год; Пик Сарычева, 2009 год) Курильских островов, произошедших за последние 40 лет, последнее извержение потенциально было самым опасным из-за массового и масштабного схода пирокластических потоков и волн.

Воздействие раскаленного пирокластического материала на остатки снегового покрова на склонах вулкана обусловило формирование серии ла-

харов — разрушительных вулканогенных селей. Самый крупный лахар достиг юго-восточной низменной части острова, издавна посещаемой людьми. Этот фактор потенциальной угрозы надо учитывать при возможной в дальнейшем хозяйственной деятельности как на острове Матуа, так и в других вулканических районах Курильских островов.

Данное исследование выполнялось при поддержке РФФИ (грантов 10-05-01015, 11-05-98604). Автор искренне признателен за содействие в проведении экспедиционных работ на острове Матуа Е.М. Верещаге и И.В. Витер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсланов Х.А., Мелекесцев И.В., Разжизаева Н.Г. и др. Возраст почвенно-пирокластического чехла и хронология вулканической активности на о. Матуа (центральные Курилы) в голоцене // Квартер во всем его многообразии. Фундаментальные проблемы, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: материалы 7-го Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода, г. Апатиты, 12–17 сентября 2011 г. Апатиты — СПб., 2011. Т. 1. С. 44–46.
2. Безверхний В.Л., Плетнев С.П., Набиуллин А.А. Очерк геологического строения и развития Курильской островодужной системы и смежных территорий // Растительный и животный мир Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2002. С. 9–22.
3. Горшков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 288 с.
4. Гришин С.Ю. Воздействие вулканических извержений на растительный покров острова Матуа (Курильские острова) // Известия РГО. 2011. № 3. С. 79–89.
5. Гришин С.Ю. Воздействие на окружающую среду мощного извержения вулкана Пик Сарычева (Курильские острова, 2009 г.) по данным космической съемки // Исследование Земли из космоса. 2011. № 2. С. 92–96.
6. Гришин С.Ю. География растительного покрова Курильских островов (к карте растительности архипелага) // Известия РГО. 2008. № 5. С. 8–15.
7. Гришин С.Ю., Гирина О.А., Верещага Е.М., Витер И.В. Мощное извержение вулкана Пик Сарычева (Курильские острова, 2009 г.) и его воздействие на растительный покров // Вестник ДВО РАН. 2010. № 3. С. 40–50.
8. Гришин С.Ю., Мелекесцев И.В. Лавовые потоки (извержение 2009 г.) вулкана Пик Сарычева (центральные Курилы) // Вестник КРАУНЦ. 2010. № 1. С. 232–239. URL: http://www.kscnet.ru/kraesc/2010/2010_15/art19.pdf.
9. Гришин С.Ю., Терехина Н.В. Растительный покров острова Матуа (Курильские острова) // Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2012. Вып. 59. С. 188–229.
10. Левин Б.В., Рыбин А.В., Разжизаева Н.Г. и др. Комплексная экспедиция «Вулкан Сарычева-2009» (Курильские острова) // Вестник ДВО РАН. 2009. № 6. С. 98–104.
11. Новейший и современный вулканизм на территории России. М.: Наука, 2005. 604 с.
12. Смышляев А.А. К тайнам туманных Курил. Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2006. 240 с.
13. Справочник по климату СССР. Вып. 34. Ч. 2. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 200 с.
14. Черноморец С.С., Сейнова И.Б. Селевые потоки на вулканах: учебное пособие. М.: Издательство УНЦ ДО, МГУ, 2010. 72 с.
15. Eruption of Sarychev Peak, Kuril Islands // Earth Observatory. NASA, 2009. URL: <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=39120>.
16. Fitzhugh B., Shubin V.O., Tezuka K. et al. Archaeology in the Kuril Islands: Advances in the study of human paleobiogeography and northwest pacific prehistory // Arctic Anthropology. 2002. V. 39. P. 69–94.
17. Pierson T.C., Janda R.J., Thouret J.-C., Borrero C.A. Perturbation and melting of snow and ice by the 13 November 1985 eruption of Nevado del Ruiz, Colombia, and consequent mobilization, flow and deposition of lahars // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 1990. V. 41. № 1–4. P. 17–66.
18. Plume from Sarychev Peak, Kuril Islands // Earth Observatory. NASA, 2010. URL: <http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=44283>.
19. Rybin A., Chibisova M., Webley P. et al. Satellite and ground observations of the June 2009 eruption of Sarychev Peak volcano, Matua Island, Central Kuriles // Bulletin of Volcanology. 2011. V. 73. № 9. P. 377–1392.
20. Sarychev Peak Eruption, Kuril Islands // Earth Observatory. NASA, 2009. URL: <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=38985>.