

КРАТКИЕ
СООБЩЕНИЯ

**ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ МОЩНОГО ИЗВЕРЖЕНИЯ
ВУЛКАНА ПИК САРЫЧЕВА (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА, 2009 г.)
ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ**

© 2011 г. С. Ю. Гришин

Учреждение Российской академии наук Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток

E-mail: grishin@ibss.dvo.ru

Поступила в редакцию 16.04.2010 г.

Рассматривается очень сильное извержение вулкана Пик Сарычева (о-в Матуа, центральные Курилы) в июне 2009 г. по дистанционным данным (космическим фотоснимкам) и наземным наблюдениям, выполненным летом 2009 г. Описывается характер извержения и катастрофическое воздействие на природу острова.

Ключевые слова: извержение, пирокластические потоки, лавовые потоки, растительность, катастрофа, сукцессии, Пик Сарычева, о-в Матуа, Курильские о-ва

ВВЕДЕНИЕ

В середине июня 2009 г. произошло очень сильное извержение активнейшего вулкана Курильских о-вов – Пик Сарычева, – расположенного в центральной части архипелага, на необитаемом о-ве Матуа. В интернете были опубликованы уникальные фото, снятые в разгар извержения с борта Международной космической станции (МКС), а также изображения, полученные сразу после извержения: половина острова превратилась в пустыню (<http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/event.php?id=38937>). Данное сообщение основано на изучении космических снимков и наземных данных, полученных в экспедициях, побывавших на острове летом 2009 г. Цель статьи – характеристика изменений в природе острова, произошедших в результате извержения.

Стратовулкан Пик Сарычева (высота – 1446 м), занимающий большую часть о-ва Матуа (площадь о-ва – 52 км², размеры около 12 × 6 км) является активнейшим вулканом архипелага. Генезис рельефа и активность вулкана отражены в работе Г.С. Горшкова (Горшков, 1967). За последнее столетие вулкан извергался, в среднем, через каждые 2–3 десятилетия. По характеру извержения вулкана – эксплозивные, часто эффузивно-эксплозивные; продукты извержения – андезитобазальты. Извержения продолжались от нескольких часов до нескольких дней. К крупнейшим за исторический период относятся катаклизмы, произошедшие в 1760 г., 1930 г., 1946 г. и в 2009 г. Важнейшим результатом сильных эксплозивных извержений было образование пирокластических потоков, мощные отложения которых вскрыва-

ются на побережьях острова. Конус стратовулкана покрыт многочисленными лавовыми потоками прошлых извержений.

Для острова характерен холодный климат северных Курил, с высоким количеством осадков, преобладающей облачностью и частыми туманами, постоянные и сильные ветра. Доминирующая растительность – низкие (1–3 м) заросли ольхового стланика, луга, верещатники и, до извержения, несомкнутый покров травянистых растений на вулканическом конусе. Информация о распределении растительного покрова до извержения 2009 г. получена по спутниковым снимкам 2001–2008 гг. (ASTER/Terra, Landsat и др.). Для вулкана характерны асимметрия и фрагментарность пояса стланиковой растительности. Стланики выражены сплошным массивом лишь к юго-востоку от конуса и на северо-восточных подножиях. Пояс стлаников поднимался до высоты 350–400 м над у. м.; до высоты около 550 м располагались участки низких стлаников, разреженные луга и пустоши; выше – шлаковый конус. Северо-западная половина вулкана была лишена сплошного пояса стлаников (<http://static.panoramio.com/photos/original/12299241.jpg>). Растительный покров здесь, вероятно, состоял из разреженных травянистых и кустарничковых сообществ и группировок растений на вулканогенных субстратах.

ОСОБЕННОСТИ ИЗВЕРЖЕНИЯ 2009 г.

К началу извержения природа острова находилась в фазе перехода от весны (склоны вулкана) к лету (подножия вулкана). Космоснимки, сделан-

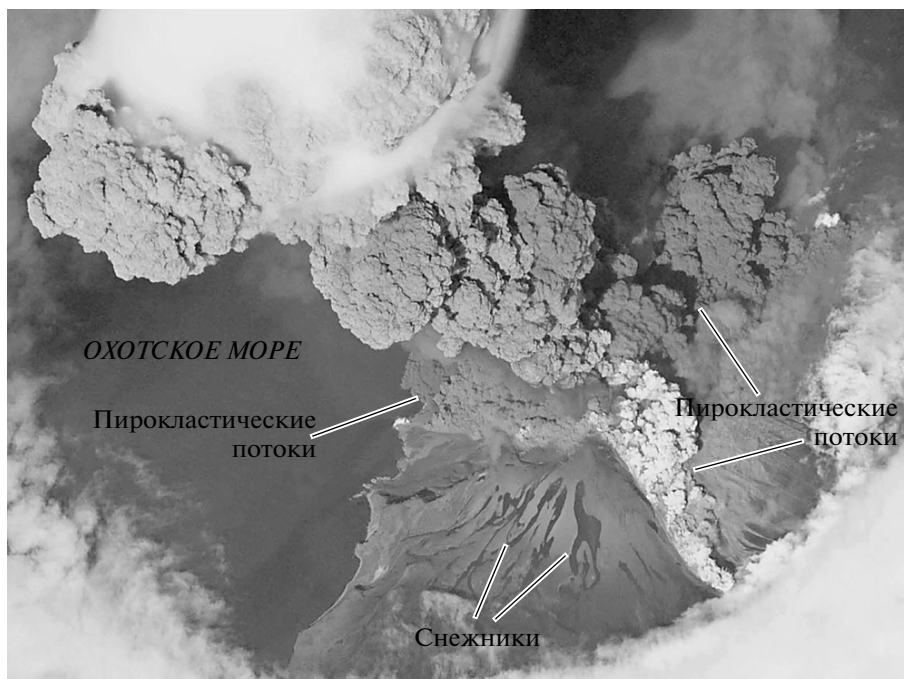


Рис. 1. Эруптивный столб извержения вулкана Пик Сарычева 12 июня 2009 г. Фото с МКС.

ные перед извержением, показали, что 9 мая 2009 г. средняя и верхняя части конуса были полностью покрыты снегом, снежки по распадкам спускались до уровня моря. 20 мая на подножиях вулкана снег сошел, но вегетация не началась и общий аспект растительности бурый. 31 мая видны мощные снежки на конусе, крупнейшие из них спускаются от вершины вулкана в юго-западном и восток-северо-восточном направлениях, протяженность их – до 2 км. Местами у подножия конуса начинается вегетация.

Мощное эксплозивное извержение вулкана происходило 12–15 июня. 12 июня выполнена серия снимков с борта МКС. На снимках можно выделить сектор юго-западного побережья острова и южный склон конуса (рис. 1). Над конусом возвышается гигантская эруптивная колонна. Из ее краевых частей обрушиваются на склоны пирокластические потоки; их можно увидеть до пяти одновременно. Потоки имеют разные размеры и тон: от темного, почти черного, до почти белого. Склоны конуса, особенно в верхней части, в некоторой степени покрыты свежими вулканитами. Темные контуры на склоне – снежки, присыпанные тефрой, увлажнившейся от тающего снега. На снимках хорошо видны зеленые склоны подножий и побережье – они еще не засыпаны пирокластикой.

На снимках, сделанных с МКС 14, 16 и 17 июня, видно, что извержение активно продолжалось. К 17 июня склоны конуса были полностью перекрыты вулканитами. На снимках, выполненных

17 и 18 июня, отчетливо выделились лавовые потоки на северо-восточном и северном склонах (рис. 2). Северо-восточный поток пошел по глу-

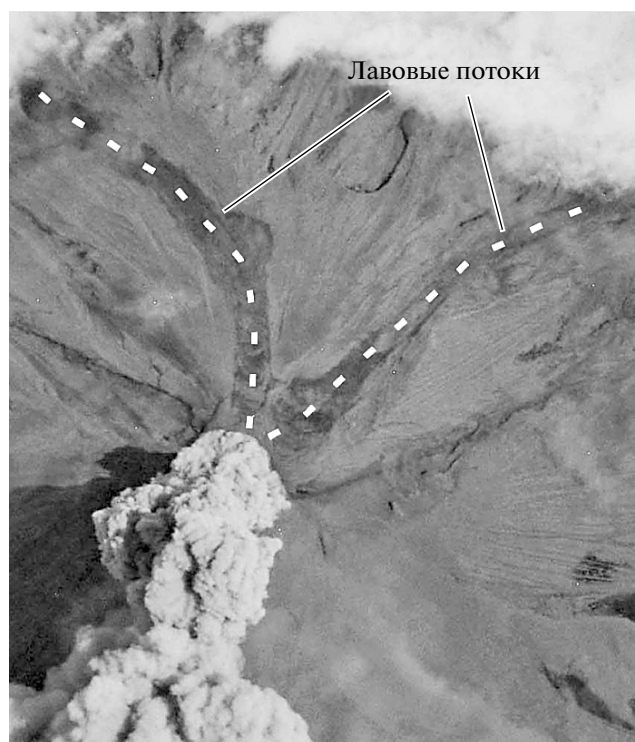


Рис. 2. Лавовые потоки. 18 июня 2009 г. Фрагмент фото с МКС.

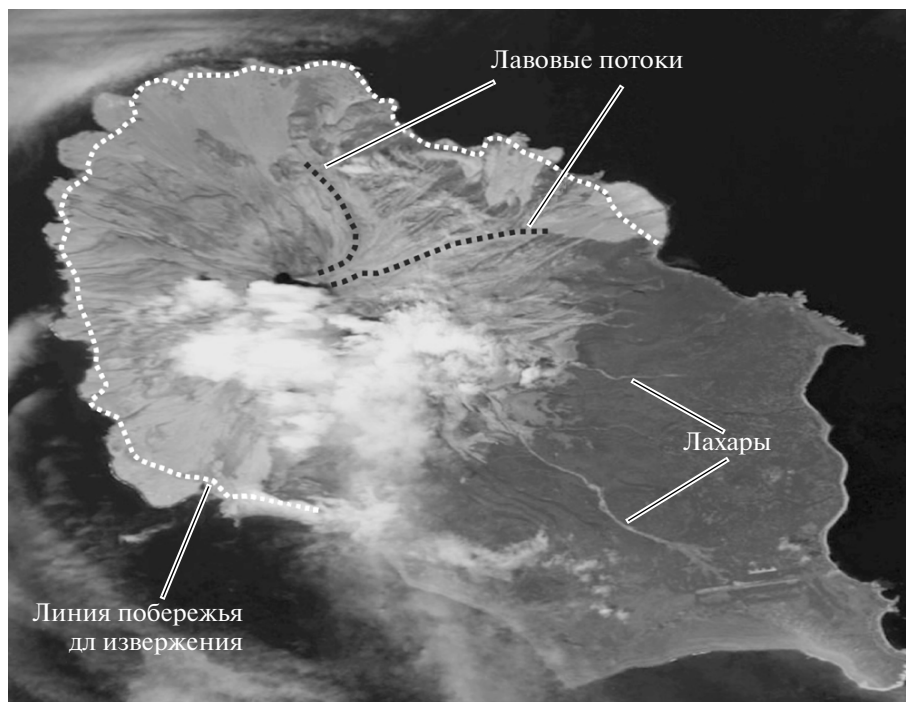


Рис. 3. Ситуация на о-ве Матуа после извержения (2 августа 2009 г.). Фото с ИСЗ QuickBird 2.

бокой лощине, по-видимому, предварительно заполненной пирокластическими отложениями, и закончил свое продвижение на высоте около 220 м. Выделяются приподнятые борта потока. Второй поток двигался на север, затем, видимо, по условиям рельефа, отклонился примерно на 40° к западу и закончил свое продвижение на высоте примерно 430 м. Измерения показали, что ширина потоков – около 120–200 м, длина – около 2 и 2.5 км (в горизонтальной проекции). Допуская, что мощность потоков – 10–15 м, можно вычислить объем лавы – около 10 млн. м³. Следует отметить, что вулканологической экспедицией, работавшей на острове в конце июня 2009 г. (Левин и др., 2009), лавовые потоки не были обнаружены.

На снимках ASTER/Terra, сделанных 25 и 30 июня (см. выше интернет-ссылку), впервые стал виден масштаб изменения среды на острове: более половины территории, вся северо-западная часть – конус вулкана, его склоны и подножия вплоть до берега моря – были перекрыты свежими отложениями и превратились в вулканическую пустыню. Более того, отложения пирокластических потоков внедрились в море, образовав новую сушу. На трех участках береговая линия отодвинулась на 400 м, на многих других – на меньшие значения; в результате суммарная наращенная площадь достигла 1–1.5 км² (рис. 3). Пирокластические потоки сопровождалась газопесчаными пирокластическими волнами. Если первые двигались по любым понижениям релье-

фа, в том числе по лощинам, где ранее прошли лавовые потоки, то волны перемещались по любым, даже возвышенным поверхностям. В результате, например, лавовые потоки 1976 г. (в северо-западном секторе) стали видны менее отчетливо; их рельеф был частично нивелирован мощными (до нескольких метров) свежими отложениями потоков и волн.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ НА ПРИРОДУ ОСТРОВА

В ходе мощного эффузивно-эксплозивного извержения было извергнуто оценочно около 150 ± 50 млн. м³ вулканитов, основную часть которых (более половины) составили отложения пирокластических потоков (оценка объема проведена совместно с О.А. Гириной). В ходе извержения на экосистемы острова воздействовали пирокластические потоки и сопровождающие их пирокластические волны, лахары, лавовые потоки и пеплопад. Наиболее масштабно и уничтожающе воздействовали раскаленные пирокластические потоки. Крутизна склонов конуса (более 30°) способствовала тому, что потоки двигались с большой скоростью. Отложения их приурочены главным образом к подножиям вулкана. Судя по снимку теплового излучения поверхности острова ASTER TIR (рис. 4), отложения перекрыли главным образом западную половину конуса, включая секторы на северном, северо-восточном и южном склонах, местами заметно внедрившись в море.

Мощные (толщина, по-видимому, несколько метров) высокотемпературные отложения покрыли территорию около 13–15 км². Отложения на побережье в конце июня 2009 г. интенсивно парили. Толщи отложений пирокластических потоков предыдущих извержений оставались горячими многие годы (Горшков, 1967).

Пирокластические потоки с сопровождающими их пирокластическими волнами, а также отложения тефры превратили конус вулкана в вулканическую пустыню. Потоки проходили по руслам, оставляя многометровые отложения, а склоны бортов были покрыты относительно маломощными (доли метра) отложениями пирокластических волн. Для волн характерна высокая скорость (десятки метров в секунду), температура (до нескольких сотен градусов) и обогащенность песчаным материалом. Мощный (возможно, неоднократный) термический и механический удар, а также химическое отравление и частичное погребение горячим материалом привели к гибели зарослей ольхового стланика на склонах вулкана. В результате на юго-восточном склоне граница контакта между шлаковой пустыней конуса и покрытыми растительностью склонами снизилась на 150–200 м по вертикали и проходит сейчас на высоте около 400 м.

Пирокластические потоки и волны привели к катастрофическому таянию мощных снежников. На склонах вулкана к началу извержения находились миллионы кубометров плотного снега и фирна, таяние которых повлекло образование лахаров (вулканогенных селей). На фото (рис. 1) видно, как пирокластический поток, проходя по снежнику, вызывает мощное испарение воды, и клубящаяся над потоком туча становится белой, в отличие от темных туч других потоков, спускающихся одновременно по другим склонам. Лахары хорошо видны на юго-восточном склоне; крупнейший из них имеет длину видимой части более 4 км. Он прошел по руслу сухого ручья, сметая грязевой массой растительность по бортам русла, в пределах ширины русла 50–60 м.

Лавовые потоки занимают площадь около 0,8 км². Потоки погребли раскаленной массой растительность на склонах и, по наблюдениям очевидцев с морского судна, выжигали ее на контакте с потоком. Поздней осенью, когда большая часть острова была покрыта свежим снегом, горячие поверхности потоков выделялись отсутствием снега (изображение с ИСЗ IKONOS от 7 ноября 2009 г.). Снимки ASTER TIR, выполненные летом 2009 г. — зимой 2009–2010 гг., показали положение этих потоков и их состояние: долгоживущие термоаномалии четко проявлялись на всех снимках.

Мощность отложений тефры на острове относительно невелика — от 1–2 см в юго-восточной низменной части до 5 см на юго-восточном скло-

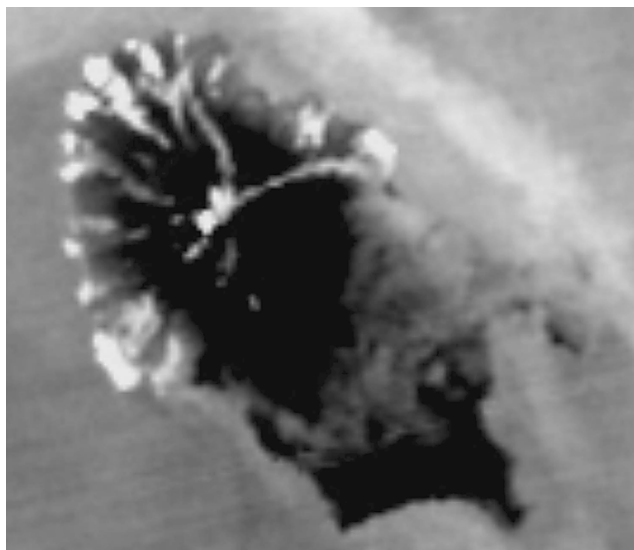


Рис. 4. Снимок теплового излучения поверхности острова по данным ASTER TIR от 10 октября 2009 г. Светлые участки — зоны повышенной температуры.

не вулкана на высоте 600 м. Поскольку эруптивные столбы достигали значительной высоты (до 16,5 км), основная часть тефры, вероятно, выпала в море, а тонкая тефра разносилась далеко за пределы острова и была отмечена на ряде Курильских о-вов, Сахалине, Аляске.

На спутниковых изображениях, выполненных в августе–ноябре 2009 г., видно, что очень значительно изменилось состояние береговой линии. Это произошло за счет размывания свежестолбчатых вулканитов. На изображении ИСЗ QuickBird от 22 сентября 2009 г. видны мощные выносы в море (на расстояние до 3 км от берега) размываемых вулканитов, которые течением выносятся к востоку от острова. На снимке ИСЗ IKONOS от 8 октября 2009 г., видно, что за 100 дней после ситуации, отраженной на снимке ИСЗ ASTER/Terra от 30 июня 2009 г. на северо-восточном побережье произошло сглаживание формы берега; линия побережья, получившая из-за многочисленных конусов выноса фестончатый характер, приобрела более плавные очертания. Промежутки между “фестонами” заполнились материалом, вынесенным сверху по склону и/или свежими вулканитами, размываемыми и переотложенными морем. В ноябре за счет аккумуляции вулканитов побережье уже представляет собой плавную линию, без каких-либо выступов. На фото ИСЗ WorldView от 20 ноября 2009 г. виден покрытый снегом остров, однако на побережье выделяются бесснежные участки пирокластических отложений, которые, очевидно, остаются еще горячими. Таковыми они были и в конце зимы (фото ИСЗ WorldView-2 от 29 марта 2010 г.).

Извержение существенно изменило рельеф склонов вулкана и характер береговой линии, увеличив площадь острова. В целом раскаленные пирокластические потоки и волны, а также лавовые потоки уничтожили растительность в пределах около 25 км². За последнее столетие это одно из крупнейших извержений на Курильских о-вах, и по площади поражения экосистем (в пределах 25–30 км²) оно превосходит (или сопоставимо) крупные извержения Курильских вулканов Севергина (1933 г.), Алайд (1972, 1981 гг.), Тятя (1973 г.) (Гришин, 2003, Гришин и др., 2009). Восстановление растительности до состояния, существовавшего до извержения, потребует от нескольких десятилетий до нескольких столетий для разных типов субстратов и разных высотных поясов.

Исследование поддержано РФФИ (грант № 10-05-01015). Благодарю за фото района извер-

жения участников экспедиций 2009 г. Ю.Б. Артюхина, Е.М. Верещагу, И.В. Витер, Н.Г. Разжигаяеву. Плодотворное обсуждение состоялось с вулканологом О.А. Гириной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Горшков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 288 с.

Гришин С.Ю. Крупнейшие вулканические извержения XX столетия на Камчатке и Курильских островах и их влияние на растительность // Изв. РГО. 2003. № 3. С. 19–28.

Гришин С.Ю., Яковлева А.Н., Шляхов С.А. Воздействие извержения вулкана Алайд (Курильские острова) в 1972 г. на экосистемы // Вулканол. и сейсмол. 2009. № 4. С. 30–43.

Левин Б.В., Рыбин А.В., Разжигаяева Н.Г. и др. Комплексная экспедиция “Вулкан Сарычева-2009” // Вестн. ДВО РАН. 2009. № 6. С. 98–104.

The Environmental Impact of a Powerful Eruption of Sarychev Peak Volcano (Kuril Islands, 2009) According to Satellite Imagery

S. Yu. Grishin

Institute of Biology and Soil Science, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok

The very strong eruption of Peak Sarychev volcano (Matua Island, central Kuriles) in June 2009 is examined. According to analysis of remote sensing data (photos from space) and ground observations, carried out in summer 2009; it is described the nature of eruption and catastrophic impact on ecosystems of the island.

Keywords: eruption, pyroclastic flows, lava flows, vegetation, catastrophe, succession, Peak Sarycheva, Matua Island, Kuril Islands