

УДК 551.21.

ЭКСПЛОЗИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ВУЛКАНА ЖУПАНОВСКИЙ В 2016 Г.

*О.А. Гирина¹, А.Г. Маневич¹, Д.В. Мельников¹, Т.М. Маневич¹, А.А. Нуждаев¹,
О.А. Лунгул¹, А.А. Сорокин²*

¹Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-
Камчатский, 683006;
e-mail: girina@kscnet.ru

²Вычислительный центр ДВО РАН, Хабаровск, 680000

Приведено краткое описание семи эксплозивных событий, произошедших на вулкане Жупановский в январе-феврале 2016 г., в том числе результаты моделирования траекторий распространения пепловых шлейфов. Дан общий анализ активности вулкана в этот период времени.

Введение

Спутниковый мониторинг вулкана Жупановский осуществляется сотрудниками Камчатской группы реагирования на вулканические извержения (KVERT – Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team) Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН с 1993 г., с 2014 г. он выполняется с помощью информационной системы (ИС) VolSatView [1, 3-7]. Благодаря совместным работам с коллегами из Вычислительного центра (ВЦ) ДВО РАН и Института космических исследований (ИКИ) РАН, в 2015 г. появилась возможность моделирования траекторий движения пепловых шлейфов, связанных с эксплозивными извержениями камчатских вулканов [7, 8].

Эксплозивное извержение вулкана Жупановский началось 6 июня 2014 г. и продолжается в нестабильном режиме до настоящего времени [2, 9]. Авиационный цветовой код опасности вулкана для авиaperевозок с 19 января 2016 г. до настоящего времени остается Оранжевый, 12 февраля с 21:02 до 23:34 UTC, в связи с сильным эксплозивным событием, он был Красный [9]. В течение января-февраля этого года на Жупановском произошло семь отдельных сильных эксплозивных событий, коротко опишем каждое из них.

Эксплозивная активность вулкана Жупановский в 2016 г.

19 января, начало события в 04:36 UTC. В первом сообщении об этом эксплозивном событии, поступившем в группу KVERT, говорилось об извержении вулкана Корякский. Действительно, если человек смотрел на вулкан Корякский с запада, он мог подумать о побочном извержении этого вулкана (рис. 1а), но видеоданные не оставляли сомнений, что извергается Жупановский (рис. 1б). Пепловая колонна поднялась примерно до 8 км над уровнем моря (н.у.м.), иначе ее верхняя часть не была бы столь хорошо видна над перевалом между вулканами Авачинский и Корякский из г. Петропавловск-Камчатский. Верхняя часть колонны начала приобретать форму пинии, что зафиксировали наблюдатели из бухты Ольги (рис. 2), но затем трансформированный из колонны пепловый шлейф начал быстро терять высоту (по

спутниковым данным, в 05:31 UTC фронт шлейфа был на 7,5 км н.у.м.), смещаясь в сторону Дзэндзура и далее. Траектория движения пеплового шлейфа от вулкана Жупановский была довольно сложной: сначала шлейф смещался в сторону вулкана Купол (на запад-юго-запад от вулкана), затем развернулся в сторону хребта Дзэндзур (на северо-восток и север от Купола), далее пепловый шлейф стал растягиваться на северо-запад и юго-восток от вулкана. По данным Системы оповещения о вулканическом пепле и SO_2 в рамках Службы поддержки авиации (Support Aviation Control Service (SACS) SO_2 & Ash Notification System, <http://sacs.aeronomie.be/>), в 10:31 UTC крупное аэрозольное облако наблюдалось в центральной части Камчатки. Судя по результатам моделирования движения пеплового шлейфа, выполненного с помощью ИС VolSatView [3, 5-7] и автоматизированной ИС (АИС) Сигнал [8], наибольшая часть пепла переместилась на северо-запад от вулкана (рис. 3а). По спутниковым данным KVERT, после эксплозивного события в районе конуса Приемыш вулкана Жупановский отмечалась слабая термальная аномалия (рис. 4).



Рис. 1. Пепловая колонна над вулканом Жупановский 19 января 2016 г., вид из г. Елизово (а), по видеоданным КФ ГС РАН (б)



Рис. 2. Пепловая колонна над вулканом Жупановский 19 января 2016 г., вид из бухты Ольги Кроноцкого залива Камчатки, фото С. Габова

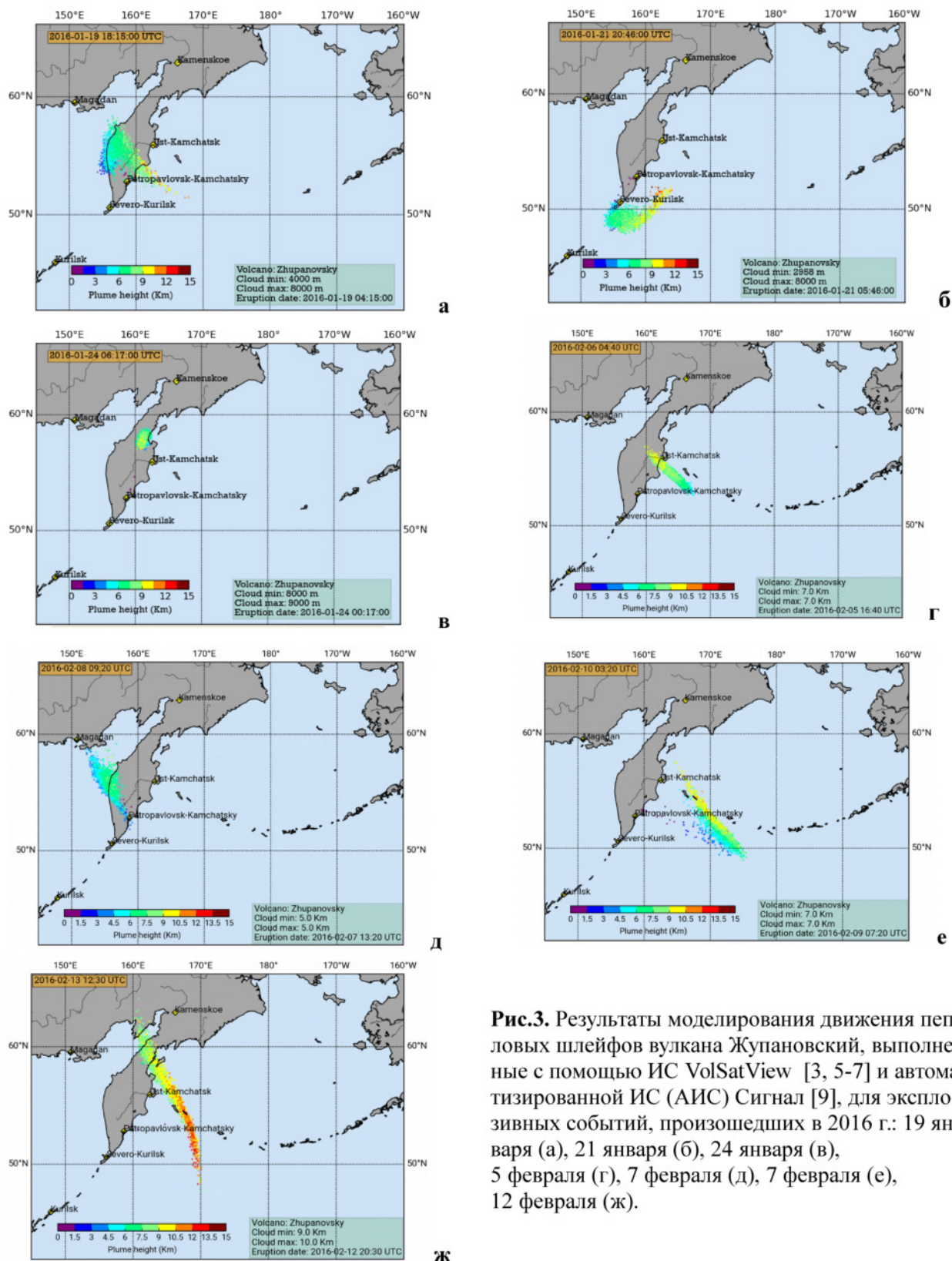


Рис.3. Результаты моделирования движения пепловых шлейфов вулкана Жупановский, выполненные с помощью ИС VolSatView [3, 5-7] и автоматизированной ИС (АИС) Сигнал [9], для эксплозивных событий, произошедших в 2016 г.: 19 января (а), 21 января (б), 24 января (в), 5 февраля (г), 7 февраля (д), 7 февраля (е), 12 февраля (ж).

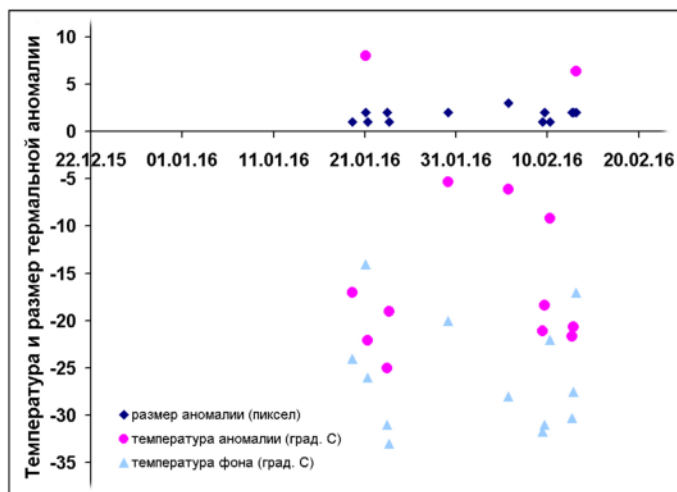


Рис. 4. Температура и размер термальной аномалии в районе вулкана Жупановский в январе-феврале 2016 г. по спутниковым данным KVERT и ИС VolSatView

21 января, начало события в 05:46 UTC. По визуальным данным из ИВиС ДВО РАН, пепловая колонна поднялась до 7-8 км н.у.м., но эруптивное событие было значительно слабее предыдущего. На спутниковом снимке NOAA 18 в 06:46 UTC пепловый шлейф на высоте 4,5 км н.у.м. протягивался на 36 км на запад от вулкана. Результаты моделирования движения пеплового шлейфа показали распространение его на юго-запад от вулкана (рис. 3б). Пепловый шлейф должен был пройти над гг. Елизово и Петропавловск-Камчатский, однако пеплопад в городах отмечен не был, вероятно, в связи со слабой мощностью эруптивного события. По спутниковым данным KVERT, после эксплозивного события 21 января, а также 23 января, в районе конуса Приемыш отмечалась слабая термальная аномалия (рис. 4).

24 января, начало события в 00:17 UTC. Изначально в KVERT поступило сообщение из Метеорологического центра Елизово о наблюдении пилотами самолета над вулканом Жупановский пепловой колонны до 9-10 км н.у.м. Ее высота по спутниковому снимку Terra в 00:17 UTC составила 8 км н.у.м. (рис. 5). Спустя час (в 01:21 UTC) фронтальная часть пеплового шлейфа находилась в 116 км в северном направлении от вулкана, в 02:06 UTC - в 192 км от Жупановского. Результаты моделирования движения пеплового шлейфа подтвердили его распространение на север от вулкана (рис. 3в).

05 февраля, начало события в 16:40 UTC. Эруптивное событие произошло ночью, зафиксировали и проследили его развитие коллеги из Токио VAAC (Volcanic Ash Advisory Center, <http://ds.data.jma.go.jp/svd/vaac/data>) по данным спутника Himawari-8. В 16:50 UTC в районе вулкана появилось небольшое пепловое облако, поднявшееся до 7 км н.у.м., двигавшееся на северо-северо-восток. Далее это облако, немного растягиваясь на северо-восток и юго-запад, узкой полоской в течение нескольких часов перемещалось на восток. Из г. Петропавловск-Камчатский узкий пепловый шлейф вулкана Жупановский, выходящий из-за вулкана Козельский чуть выше линии горизонта, наблюдался до 22:00 UTC 5 февраля. Следует отметить, что за 14 мин до эксплозивного события, в 16:26 UTC на спутниковом снимке Suomi NPP сотрудниками KVERT ретроспективно была отмечена термальная аномалия (рис. 4). Результаты моделирования движения пеплового шлейфа показали распространение его на вос-

ток-юго-восток от вулкана (рис. 3г). На спутниковом снимке Канопус-В в 00:36 UTC 6 февраля на склоне вулкана Жупановский отмечается четковыраженная полоса отложений пепла, их площадь до берега моря (на суше) составила 225 км² (рис. 6).



Рис. 5. Пепловая колонна над вулканом Жупановский в 00:17 UTC 24 января 2016 г. на спутниковом снимке Terra (данные ДВЦ НИЦ Планета, <http://www.dvrcpod.ru>)

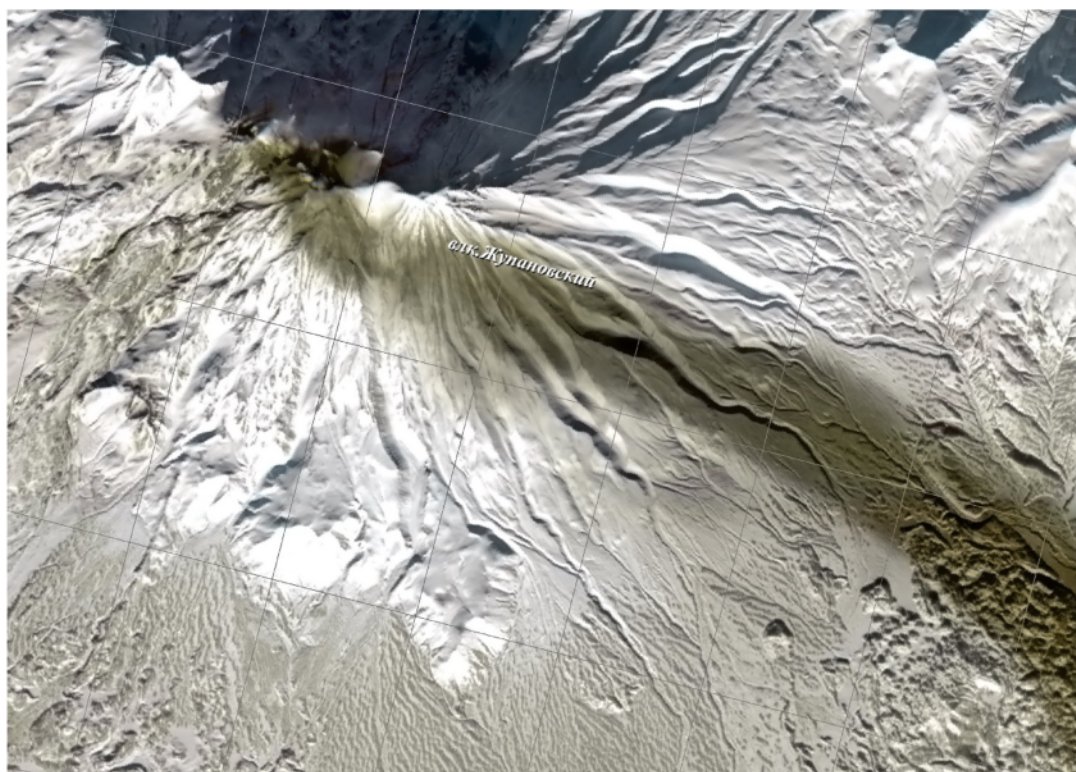


Рис. 6. Отложения пепла на склоне вулкана Жупановский после эксплозивного события 5 февраля на спутниковом снимке Канопус-В/МСС в 0037 UTC 6 февраля 2016 г. (данные ДВЦ НИЦ Планета, <http://www.dvrcpod.ru>)

07 февраля, начало события в 13:20 UTC. По данным коллег из Токио VAAC следующее умеренной силы эксплозивное событие с выбросом пепла до 5 км н.у.м. также произошло ночью. Пепловый шлейф вначале перемещался на север от вулкана, затем, в связи с высокой циклонической активностью в районе Центральной Камчатки, начал растягиваться на северо-запад и юго-восток, постепенно рассеиваясь. Результаты моделирования движения пеплового шлейфа также показали распространение его на северо-запад от вулкана (рис. 3д).

09 февраля, начало события в 07:20 UTC. По данным коллег из Токио VAAC, пепловая колонна поднялась до 7 км н.у.м. По спутниковым данным, пепловый шлейф начал перемещаться на восток, затем на восток-юго-восток от Жупановского, фронтальная часть пеплового шлейфа в 07:50 UTC была в 55 км от вулкана, в 09:40 UTC – в 170 км, в 15:35 UTC – в 524 км от вулкана. После выброса пепла, при продолжении перемещения пеплового шлейфа, в районе активного кратера Приемыш отмечалась слабая термальная аномалия (рис. 4). По данным Системы оповещения о вулканическом пепле и SO₂ в рамках Службы поддержки авиации (<http://sacs.aeronomie.be/>), в 09:03 UTC в Кроноцком заливе рядом с северо-восточной частью п-ова Шипунский наблюдалось аэрозольное облако, содержащее большое количество SO₂, в 22:07 UTC оно находилось в 220 км юго-западнее о. Атту Алеутских островов. Согласно данным AIRS SO₂, 9 февраля в 15:35-15:41 UTC в аэрозольном облаке площадью 3116 км² максимальное содержание SO₂ составляло 17,6 DU (рис. 7а) Результаты моделирования перемещения пеплового шлейфа показали распространение его на восток-юго-восток от вулкана (рис. 3е).

12 февраля, начало события в 20:22 UTC. Сильное эксплозивное событие в течение 5-7 минут подняло пепел до 10 км н.у.м. (рис. 8). На фоне чистого неба, только начавшего окрашиваться первыми лучами солнца, поднимающуюся из кратера Приемыш вулкана Жупановский пепловую колонну и шлейф можно было наблюдать почти из любой точки гг. Елизово и Петропавловск-Камчатский (рис. 9). По данным одного из видеорегистраторов автомашины, пепловая колонна, поднявшись до 9-10 км н.у.м., несколько минут стояла почти неподвижно, затем постепенно ее верхняя часть начала трансформироваться в грибообразное облако, пепловая колонна медленно стала заваливаться и превращаться в пепловый шлейф, несущий основную массу пепла в своей фронтальной части и смещавшийся на восток от вулкана. По спутниковым данным, в 23:40 UTC 12 февраля фронт пеплового шлейфа был на расстоянии 195 км от вулкана, 09:30 UTC 13 февраля – в 520 км от вулкана. Сначала распространение пеплового шлейфа происходило на восток от вулкана, затем в районе п-ова Шипунский фронтальная часть пеплового шлейфа начала растягиваться на север и юг, перемещаясь полосою на восток от вулкана. В дальнейшем, облако все больше растягивалось с севера на юг и, подхваченное циклоном, начало перемещаться на северо-восток от вулкана. По данным Системы оповещения о вулканическом пепле и SO₂ в рамках Службы поддержки авиации (<http://sacs.aeronomie.be/>), в 22:44 UTC 12 февраля аэрозольное облако, содержащее SO₂, находилось напротив п-ва Шипунский, в 08:33 UTC 13 февраля вытянутое с севера на юг аэрозольное облако располагалось южнее Командорских островов Алеутской дуги. Согласно дан-

ным AIRS SO₂, 13 февраля в 01:41-01:47 UTC в аэрозольном облаке площадью 3832 км² максимальное содержание SO₂ составляло 25,2 DU, в 15:11-15:17 UTC в облаке площадью 8099 км² максимальное содержание SO₂ было 13,4 DU (рис. 7б). Результаты моделирования движения пеплового шлейфа показали сходство его распространения со спутниковыми данными (рис. 3ж). Следует отметить, что до взрывного события в районе конуса Приемыш отмечалась слабая термальная аномалия, за 0,5 ч до взрыва температура ее немного повысилась (рис. 4).

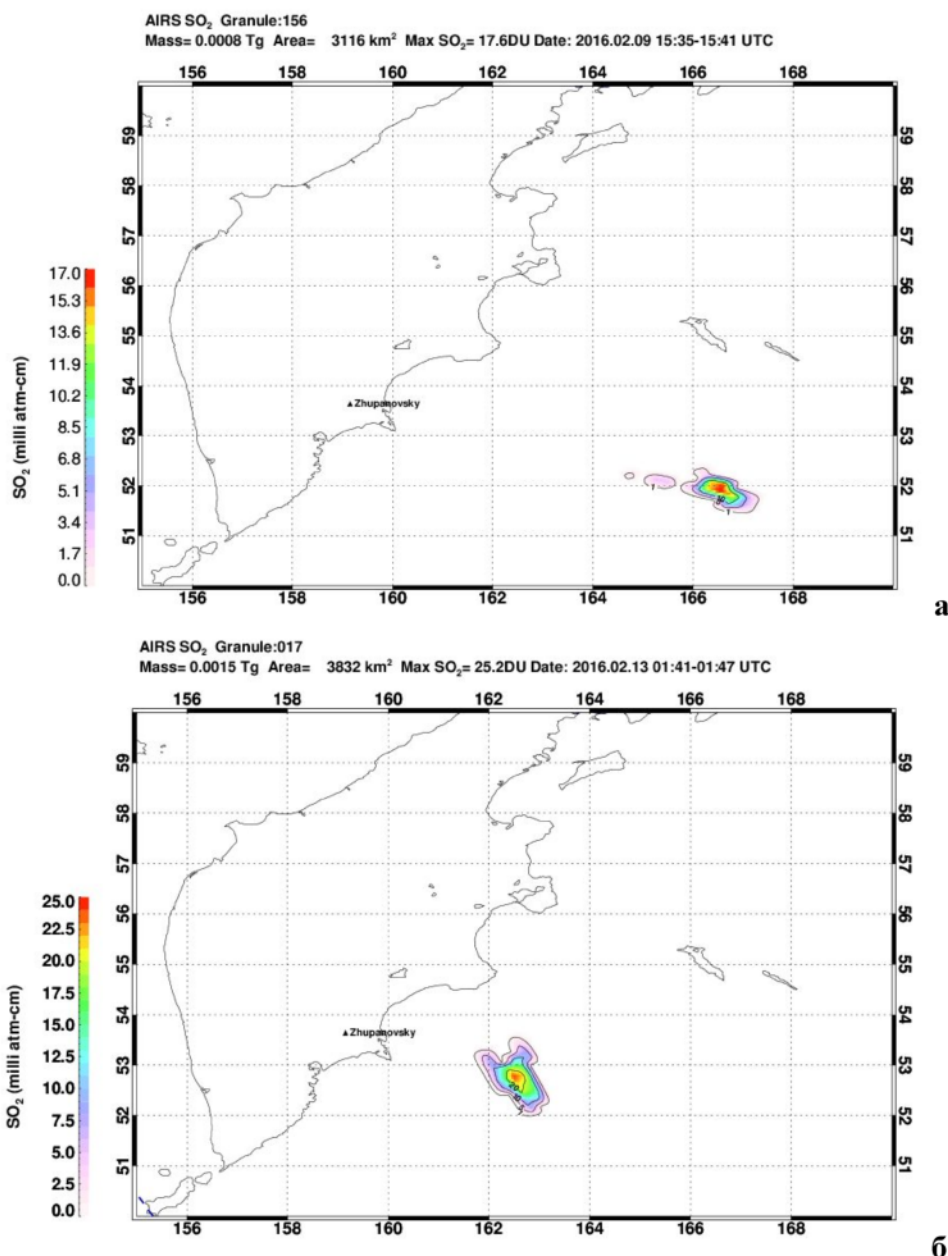


Рис. 7. Максимальное содержание SO₂ (по данным AIRS SO₂) в аэрозольных облаках, образовавшихся при взрывных событиях Жупановского: 9 февраля (а) и 12 февраля (б) 2016 г.



Рис. 8. Пепловая колонна над вулканом Жупановский 12 февраля 2016 г. Видеоданные КФ ГС РАН



Рис. 9. Пепловый шлейф от вулкана Жупановский 12 февраля 2016 г. над восточной частью вулкана Козельский (перемещается на восток от вулкана), фото Д. Мельникова

Обсуждение материалов

Интенсивная термальная аномалия в районе активного кратера вулкана регистрировалась иногда до эксплозивного события, иногда во время пепловых выбросов, иногда - в межэруптивные фазы деятельности вулкана (рис. 4). То есть термальная аномалия в районе Жупановского была отражением мощности потока тепла, поступающего из недр вулкана при

подготовке взрывного события (активизация фумарольной деятельности вулкана), при выносе ювенильного вещества (взрывной процесс), а также повышенной парогазовой активности, напрямую не связанной с взрывными событиями.

Анализ взрывной активности вулкана в 2016 г. показывает сближенные во времени две череды взрывных событий: 19, 21 и 24 января и, после перерыва в 11 дней, 05, 07, 09 и 12 февраля (рис. 10). Интересно, что события происходили, в первом случае, через 1 и 2 дня, во втором случае, через 1, 1 и 2 дня. После длительного молчания вулкана в течение 50 дней (с 30 ноября 2015 г.), 19 января 2016 г. взрывы подняли пепел из кратера вулкана до 8 км н.у.м., самое сильное событие, при котором пепел поднялся до 10 км н.у.м., произошло в конце указанной серии взрывов (рис. 10). Вероятно, при наиболее сильном взрывном событии 12 февраля остатки южной стенки кратера конуса Приемыш были окончательно разрушены.

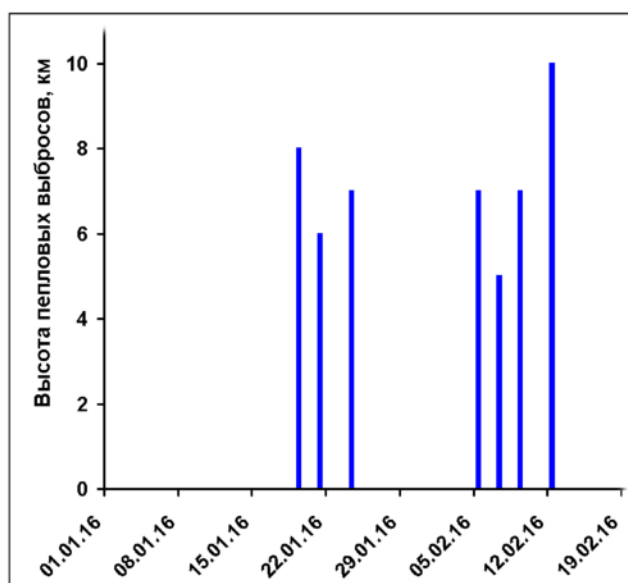


Рис. 10. Высота пепловых выбросов вулкана Жупановский в январе-феврале 2016 г. по спутниковым данным KVERT и ИС VolSatView

Пепловые шлейфы при взрывных событиях, как было показано выше, протягивались: 19 января – на северо-запад, 21 января – запад-юго-запад, 24 января - север, 5 февраля - восток-юго-восток, 7 февраля - северо-запад, 9 февраля - восток-юго-восток, 12 февраля – на восток, затем на северо-восток от вулкана. В окрестностях вулкана Жупановский были отобраны пеплы после взрывных событий и определена их масса: 106 г/км^2 – общая масса пепла двух выбросов 19 и 21 января, отобранная в 25 км от вулкана на Таловских источниках; 6 г/км^2 – в 36 км от вулкана в р-не Пиначевского перевала, выброс 21 января; 35 г/км^2 – в 47 км от вулкана на оз. Калагирь, выброс 5 февраля; 26 г/км^2 – в 40 км от вулкана на р. Вахиль, выброс 9 февраля; 114 г/км^2 – в 34 км и 102 г/км^2 – в 46 км от вулкана на р. Вахиль, выброс 12 февраля. Хотя пепел отбирался на сравнительно близких расстояниях от вулкана (25-47 км), его количество зависело от расположения точки отбора пепла относительно оси распространения пеплового шлейфа. Масса пепла больше 100 г/км^2 была отобрана в осевой или

близко к осевой части пепловых отложений, остальные – в краевых частях отложений пепла. Минеральный состав пеплов всех выбросов достаточно похож, минералы преимущественно свежего облика, среди них преобладает плагиоклаз и вулканическое стекло, имеется небольшое количество темноцветных минералов (роговой обманки, пироксена), а также свежих и измененных обломков пород. При оценке мощности каждого эксплозивного события, необходимо учитывать несколько параметров: высота подъема пепловой колонны, количество пепла, отложившегося на суше (площадь и мощность отложений, его масса), протяженность пепловых шлейфов (рис. 11). К сожалению, у нас нет полной информации о каждом из эксплозивных событий вулкана Жупановский в январе-феврале 2016 г., однако на основании имеющихся данных можно говорить, что самым слабым было событие 21 января, самыми сильными – 19 января и 12 февраля.

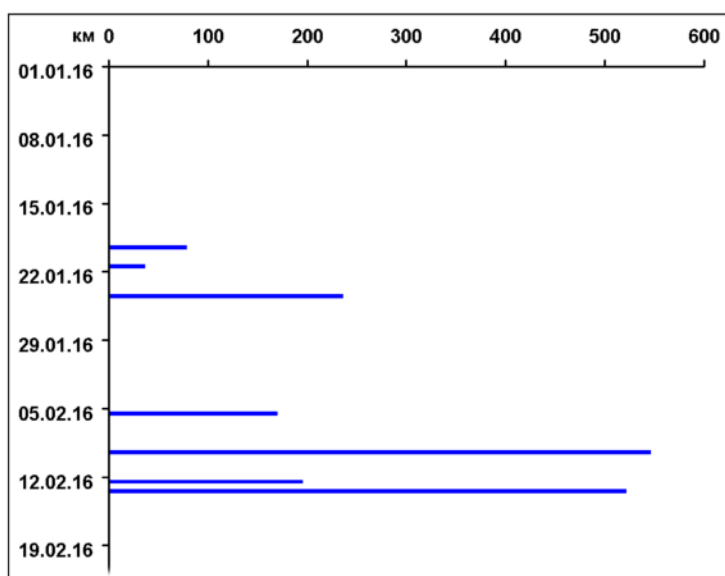


Рис. 11. Протяженность пепловых шлейфов от вулкана Жупановский в январе-феврале 2016 г. по спутниковым данным KVERT и ИС VolSatView

Авторы приносят искреннюю благодарность А. Федосееву за помощь в подготовке материала к статье. Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (проект 16-17-00042).

Список литературы

1. *Гирина О.А.* Камчатской группе реагирования на вулканические извержения (KVERT) - 20 лет // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы XVIII региональной конференции, посвященной Дню вулканолога, 28-29 марта 2013 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2014. С. 36-41.
2. *Гирина О.А., Ненашева Е.М.* Извержения вулкана Жупановский в 2013-2015 гг. // Отчизны верные сыны. Материалы XXXII Крашенинниковских чтений. Петропавловск-Камчатский: Камчатская краевая научная библиотека им. С.П. Крашенинникова. 2015. С. 172-174. doi: 10.13140/RG.2.1.2125.8720.

3. *Гирина О.А., Лупян Е.А., Гордеев Е.И. и др.* Изучение продуктов извержений вулканов Камчатки с помощью информационной системы VolSatView // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Труды Пятой научно-технической конференции. Петропавловск-Камчатский. 27 сентября - 3 октября 2015 г. / Отв. ред. В.Н. Чебров. Обнинск: ГС РАН. 2015. С. 207-210.
4. *Гордеев Е.И., Гирина О.А.* Вулканы и их опасность для авиации // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 2. С. 134-142. doi:10.7868/S0869587314020121.
5. *Гордеев Е.И., Гирина О.А., Лупян Е.А. и др.* Изучение продуктов извержений вулканов Камчатки с помощью гиперспектральных спутниковых данных в информационной системе VolSatView // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 1. С. 113-128.
6. *Ефремов В.Ю., Гирина О.А., Крамарева Л.С. и др.* Создание информационного сервиса "Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил" // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 5. С. 155-170.
7. *Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Матвеев А.М. и др.* Организация работы со спутниковыми данными для решения задач дистанционного мониторинга активности вулканов Камчатки и Курил на примере спутникового сервиса VolSatView // Труды Четвертой научно-технической конференции "Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России", 30 сентября - 4 октября 2013 г., г. Петропавловск-Камчатский. Обнинск: ГС РАН. 2013. С. 45-48.
8. *Сорокин А.А., Королев С.П., Урманов И.П. и др.* Информационная система для работы с данными инструментальных наблюдений с целью проведения исследований и мониторинга опасных природных явлений на Дальнем Востоке России // Геодинамические процессы и природные катастрофы. Опыт Нефтегорска: Всероссийская научная конференция с международным участием, Южно-Сахалинск, 26 - 30 мая 2015 г.: сборник материалов. Владивосток: Дальнаука. 2015. Т. 2. С. 443-447.
9. <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/volc.php?name=Zhupanovsky>