



УДК 551.21.

О. А. Гирина, А. Г. Маневич, Д. В. Мельников, А. А. Нуждаев,
Ю. В. Демянчук

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: girina@kscnet.ru*

Активность вулканов Камчатки в 2013 г.

В 2013 г. в состоянии извержения находились шесть вулканов Камчатки (Шивелуч, Ключевской, Толбачик, Кизимен, Карымский, Жупановский). Кроме этого, эксплозивное событие произошло на вулкане Мутновский, наблюдалась повышенная фумарольная активность вулканов Авачинский, Безымянный, Горелый и Мутновский.

Введение

На Камчатке находится 30 действующих вулканов, представляющих потенциальную опасность для населения полуострова и авиации [1–2].

Комплексный мониторинг активных вулканов Камчатки проводится Камчатской группой реагирования на вулканические извержения (KVERT — Kamchatkan Volcanic Eruptions Response Team) с 1993 г. [1–2]. В 2013 г. осуществлялись комплексные наблюдения за состоянием вулканов: сотрудники группы KVERT ежедневно семь дней в неделю (в выходные и праздники) анализировали сейсмические (с сайта Камчатского филиала геофизической службы (КФ ГС) РАН¹), видео и визуальные и спутниковые данные. Видеокамеры, установленные на Камчатской вулканологической станции им. Ф. Ю. Левинсона-Лессинга Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН и сейсмической станции КФ ГС РАН в п. Ключи, а также в ИВиС ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский), позволяют проводить непрерывный видео-визуальный мониторинг вулканов Северной группы Камчатки (Шивелуч, Ключевской, Безымянный, Толбачик) и южных (Авачинский, Корякский, Горелый и Мутновский) близко к реальному времени. Кроме этого, проводятся фотонаблюдения за активностью вулканов с вулканостанции и из института, а также во время полевых работ непосредственно со склонов вулканов. В течение 2013 г. осуществлялся спутниковый мониторинг вулканов Камчатки с помощью анализа снимков со спутников NOAA, MTSAT, TERRA и AQUA, ASTER и др. Спутниковые снимки NOAA (AVHRR) обрабатывались сотрудниками группы KVERT по мере их поступления для оценки состояния вулканов, выявления термальных аномалий, пепловых выбросов, пепловых и парогазовых шлейфов в их районах.

В 2013 г. в состоянии высокой эруптивной активности находились шесть вулканов Камчатки (Шивелуч, Ключевской, Толбачик, Кизимен, Карымский,

Жупановский): продолжали извергаться вулканы Шивелуч, Кизимен и Карымский; произошло два извержения вулкана Ключевской; продолжалось излияние лавы в районе Трещинного Толбачинского извержения им. 50-летия ИВиС ДВО РАН; впервые с 1956–1957 гг. извергся вулкан Жупановский. Кроме этого, эксплозивное событие произошло на вулкане Мутновский; в состоянии повышенной фумарольной активности находились вулканы Авачинский, Безымянный, Горелый и Мутновский.

Оперативные сообщения для авиационных служб (VONA — Volcano Observatory Notification for Aviation) об изменениях в деятельности и опасности активных вулканов для авиации (о зарегистрированных пепловых выбросах и пепловых шлейфах, об оперативных прогнозах сильных извержений вулканов) размещались на сайте ИВиС ДВО РАН в разделе KVERT.² Кроме этого, ежедневно и еженедельно там же публиковалась информация о состоянии активных вулканов и прогнозе их работы на предстоящую неделю. Время событий в работе указывается по Гринвичу — UTC (universal standard time), (местное время = UTC +12 ч).

Активность вулканов в 2013 г.

Вулкан Шивелуч. (56° 39' с. ш., 161° 21' в. д., 3283 м, высота активного лавового купола ~2500 м) — самый северный и один из наиболее активных вулканов Камчатки. Очередной цикл его эруптивной активности, начавшийся в 1980 г., продолжается в настоящее время.

В течение почти всего года Авиационный цветовой код вулкана Шивелуч был Оранжевый, изредка — Красный³; еженедельно KVERT публиковал прогноз опасности вулкана для авиации: «Экструзивно-эксплозивно-эффузивное извержение вулкана продолжается — происходит рост лавового купола. В любое время возможны пепловые выбросы выше 10 км над уровнем моря (н. у. м.). Аэрозольные

¹www.emsd.ru

²<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/>.

³<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index.php?type=1>

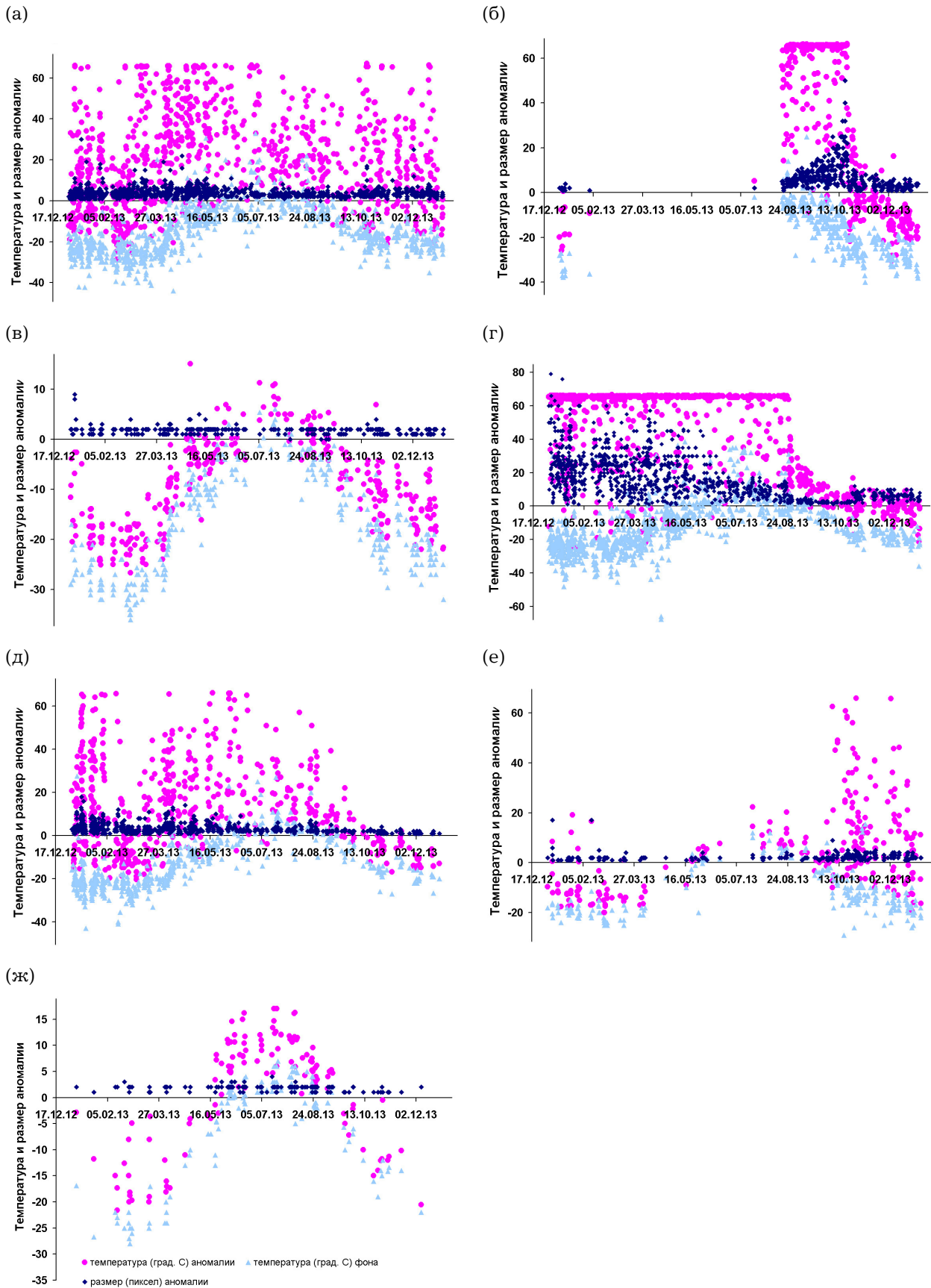


Рис. 1. Изменение температуры и размера термальных аномалий в районах вулканов: Шивелуч (а); Ключевской (б); Безымянный (в); Толбачик (г); Кизимен (д); Карымский (е); Горелый (ж) в 2013 г. (обработка данных со спутников NOAA (AVHRR) выполнена учёными из KVERT).

и пепловые шлейфы могут представлять опасность для полётов по международным и местным авиалиниям». Этот прогноз оправдывался — в тёмное время суток над лавовым куполом визуально отмечалось свечение, на спутниковых снимках в районе купола постоянно отмечалась большая термальная аномалия (рис. 1а), что указывало на почти непрерывное выжимание магматического вещества на поверхность земли. В течение 2013 г. произошло пять сильных взрывных событий, при которых пепловая колонна поднималась до 8–12 км н. у. м. (26 июня, 26 июля, 18 октября, 3 декабря и 28 декабря) и пепловые шлейфы протягивались на сотни километров от вулкана. Кроме этого, с боковых частей выжимающейся в северо-западной части купола новой экструзии достаточно часто происходили обрушения раскалённых лавин, пепел от которых поднимался до 6 км н. у. м. и пепловые шлейфы распространялись на десятки километров от вулкана.

В начале года активность вулкана была умеренной, изредка отмечались раскалённые лавины. Первая сильная единичная эксплозия была зарегистрирована по сейсмическим и визуальным данным 4 марта — пепел был поднят до 7 км н. у. м. Вероятно, взрывное событие привело к растрескиванию и смещению блоков лавы на поверхности лавового купола, и 6 марта произошло мощное обрушение лавовых блоков на юго-западном склоне новой экструзии и образование, в связи с этим, раскалённых лавин, пепел от которых поднялся до 5 км н. у. м. и пепловое облако протянулось до 200 км на юго-восток от вулкана.

Сильные взрывные события происходили в 19:10–20:00 UTC 26 июня. По сейсмическим данным, пепел поднимался до 10–12 км н. у. м., амплитуда спазматического вулканического дрожания 25–26 июня составляла 0,34–0,36 мкм/с (примерно в 2 раза выше средней величины дрожания, регистрировавшегося в июне). По спутниковым данным, пепловый шлейф протягивался на юго-юго-запад от вулкана. В пп. Ключи и Лазо прошли пеплопады, мощность выпавшего пепла в п. Ключи была 0,2–0,5 см, объём пепла — 533 г/м². Вследствие сильных эруптивных событий, 26 июня с 21:13 до 21:50 UTC Авиационный цветовой код вулкана был Красный. 27 июня в 17:06 и 22:01 UTC были отмечены две эксплозии, поднимавшие пепел до 7 и 6 км н. у. м., соответственно. В результате взрывных событий 26–27 июня канал для поступления свежего магматического вещества на поверхность земли был очищен, и высота лавового купола вулкана к началу июля значительно увеличилась (рис. 2).

Следующее мощное взрывное событие произошло 26 июля в 10:55 UTC — пепловый выброс до 10 км н. у. м. сопровождался формированием пирокластического потока, который прошёл по долине р. Байдарная около 5 км. В пепловой туче наблюдались разряды молний. Амплитуда вулканического дрожания 25 и 26 июля составляла, со-

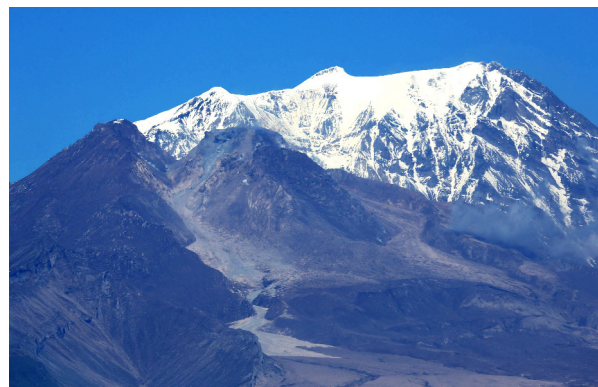


Рис. 2. Вулкан Шивелуч: новый лавовый купол в северо-западной части взрывного кратера 1964 г. по состоянию на 1 июля 2013 г., фото Ю. Демянчука.

ответственно, 1,5 и 1,23 мкм/с. По спутниковым данным, 26 июля пепловый шлейф распространялся на 520 км на юго-восток от вулкана. В районе лавового купола постоянно регистрировалась термальная аномалия, после 26 июля аномалия отмечалась также и в районе свежих отложений пирокластического потока. Активность вулкана продолжалась: 29 июля в 60 км на юго-восток от вулкана наблюдалось пепловое облако размером 15x7 км, 10 августа в 120 км на восток от вулкана — пепловое облако размером 30x40 км. После 16 августа и вплоть до 25 октября вулканическое дрожание в районе вулкана не регистрировалось, не считая эпизодов 19 и 21 сентября и 6 октября⁴.

18 октября вновь наблюдалась мощная взрывная активность вулкана: 22 эксплозии поднимали пепел до 7–10 км н. у. м., на юго-западном склоне вулкана были сформированы отложения пирокластического потока; по спутниковым данным, пепловые шлейфы протягивались до 200 км на юго-восток от вулкана. Постоянно в районе лавового купола и отложений пирокластического потока наблюдались термальные аномалии. В ноябре взрывная активность вулкана продолжалась, почти ежедневно отмечались обрушения раскалённых лавин, время от времени происходили выбросы ювенильного материала до 7 км н. у. м., 6 ноября пепловые шлейфы протягивались до 290 км на юго-восток от вулкана, 8 ноября — до 80 км на восток от вулкана.

Сильное взрывное событие началось в 01:25 UTC 3 декабря: пепловая колонна и пепел, поднимавшийся с тел мощных пирокластических потоков, распространявшихся по юго-западным и северо-западным склонам вулкана, поднимались до 8–9 км н. у. м.; плотная пепловая туча распространялась на 406 км на северо-северо-запад от вулкана — в п. Ивашка был отмечен слабый пеплопад (рис. 3). Длина отложений пирокластических потоков на юго-западном склоне вулкана (в долине р. Байдарная) составила 12 км. 17–18 декабря пепловые облака и шлейфы поднимались над телами раскалённых

⁴<http://www.emsd.ru>

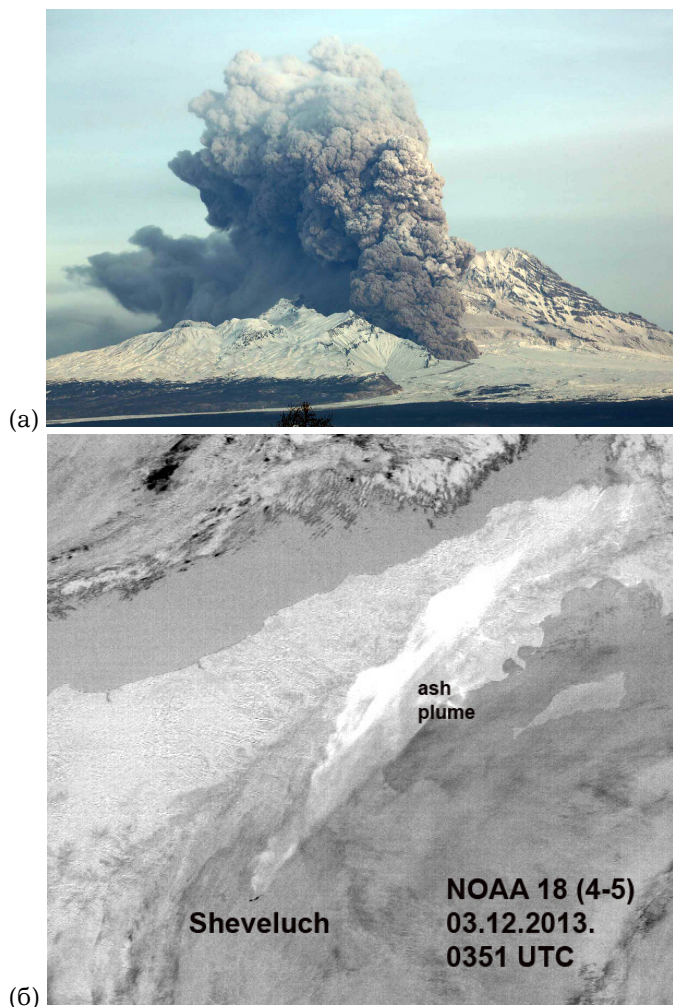


Рис. 3. Вулкан Шивелуч: взрывное событие 3 декабря 2013 г., фото Ю. Демянчука (а); пепловый шлейф 3 декабря 2013 г. в 03:51 UTC на спутниковом снимке NOAA 18, обработка О. Гириной (б).

лавин до 5–6 км н. у. м. и распространялись до 170 км на северо-запад и восток от вулкана. 28 декабря эксплозии подняли пепел до 7–8 км н. у. м., пепловый шлейф протянулся на запад от вулкана.

Экструзивно-эксплозивно-эффузивное извержение вулкана продолжается — новый экструзивный блок выжимается в северо-западной части лавового купола, умеренной силы эксплозии, раскалённые лавины, сильная и умеренная парогозовая деятельность, свечение лавы и раскалённых лавин ночью сопровождают этот процесс.

Вулкан Ключевской. ($56^{\circ} 03' \text{ с. ш.}$, $160^{\circ} 39' \text{ в. д.}$, 4750 м) — самый высокий действующий вулкан Евразии и один из наиболее продуктивных вулканов мира.

С 1 сентября 2012 г. по 10 января 2013 г. продолжалось стромболианское извержение вулкана — начиная с 1 сентября в районе его кратера отмечалась слабая термальная аномалия, после 14 октября её размер и интенсивность увеличились (рис. 16). С 14 октября 2012 г. до 7 января 2013 г. в тёмное

время суток над кратером вулкана непрерывно отмечалось яркое свечение, что означало фонтанирование жидкой лавы в его кратере. Пепловые шлейфы в районе вулкана на спутниковых снимках не наблюдались. Авиационный цветовой код вулкана во время извержения был Жёлтый. С 7 до 19 января в районе вулкана была пасмурная погода; после её улучшения, начиная с 20 января, свечения над его кратером больше не наблюдалось, то есть извержение закончилось.

В период с 20 января по 14 августа 2013 г. вулкан Ключевской находился в состоянии относительного покоя, поэтому Авиационный цветовой код вулкана был Зелёный. Сейсмичность вулкана в этот период имела неоднородный характер: основная активность была сосредоточена на глубине около 30–40 км, иногда проявлялись и поверхностные вулканические землетрясения⁵.

С 15 августа до 15 декабря 2013 г. происходило сильное извержение Ключевского — кроме мощной стромболианской и вулканической деятельности вершинного кратера (пепловые тучи поднимались до 12 км н. у. м., пять лавовых потоков стекали по склонам вулкана), на перевале между вулканами Ключевской и Камень произошёл боковой прорыв. Описание этого извержения дано в отдельной работе (в этом сборнике).

Вулкан Безымянный. ($55^{\circ} 58' \text{ с. ш.}$, $160^{\circ} 36' \text{ в. д.}$, 2882 м) — один из активнейших вулканов Камчатки, расположен в центральной части Ключевской группы вулканов.

Корректный сейсмический мониторинг вулкана в течение 2013 г. был затруднен в связи с Трещинным Толбачинским извержением им. 50-летия ИВиС ДВО РАН и извержением вулкана Ключевской. Интенсивная парогозовая деятельность вулкана продолжалась, почти все время на спутниковых снимках в районе Безымянного отмечалась слабая термальная аномалия (рис. 1в). Опасность сильного извержения вулкана сохранялась, поэтому его Авиационный цветовой код был Жёлтый.

Трещинное Толбачинское извержение им. 50-летия ИВиС ДВО РАН. началось в 05:15 UTC 27 ноября 2012 г. и продолжалось до октября 2013 г. Авиационный цветовой код вулкана с 1 июля по 26 августа был Оранжевый, с 27 августа по 31 декабря — Жёлтый. Сейсмичность района извержения была умеренной; вулканическое дрожание регистрировалось постоянно до начала сентября, величина его в середине января повышалась до 14 мкм/с, в мае понижалась до 2 мкм/с, но в среднем оставалась в пределах 3–4 мкм/с.

На спутниковых снимках с 27 ноября 2012 г. фиксировалась устойчивая термальная аномалия размером до 80 пикселей и температурой пикселей, равной пределу измерения радиометра AVHRR, +65–66° С (рис. 1г). Размер аномалии был обусловлен широким полем быстро растекающихся лаво-

⁵<http://www.emsd.ru>

вых потоков, а также непрерывно фонтанирующими лавой шлаковыми конусами, продолжающимися формироваться на южном отрезке трещины. Частота взрывов в активном конусе варьировалась от 10 до 50 в минуту; вулканические бомбы выбрасывались на высоту до 50 м над кромкой кратера. Истечение лавы продолжалось непрерывно, о чём свидетельствовало свечение в северной части Толбачинского дола, наблюдавшееся по видеоканерам в ночное время. По состоянию на 30 января 2013 г. общая площадь лавовых потоков, оценённая по спутниковым данным, составляла $\sim 27 \text{ км}^2$. В течение января — сентября 2013 г. парогазовые столбы, содержащие небольшое количество пепла, поднимались не выше 4,5 км н. у. м., шлейфы протягивались на десятки километров в различных направлениях от центра извержения. Хотя Толбачинский дол постоянно засыпался небольшим количеством пепла, на спутниковых снимках пепловые шлейфы не отмечались, т. е. извержение не представляло опасности для международных авиатрасс, но опасность для полётов по местным авиалиниям сохранялась.

В начале сентября температура аномалии в северной части Толбачинского дола резко уменьшилась, что указывало на окончание активной фазы извержения, но положительные значения температуры аномалии удерживались до конца года (рис. 1г). Возможно, извержение продолжилось в менее активной фазе.

Вулкан Кизимен. ($55^\circ 08' \text{ с. ш.}, 160^\circ 20' \text{ в. д.}, 2375 \text{ м}$), извержение, начавшееся 9 декабря 2010 г., в январе-декабре 2013 г. продолжалось. Авиационный цветовой код вулкана был Оранжевый с 1 января по 12 сентября. Сейсмичность вулкана была умеренной; вулканическое дрожание регистрировалось в районе вулкана эпизодически. Экструзивно-эксплозивная деятельность вулкана (выжимание экструзий на его вершине и время от времени обрушение раскалённых лавин на восточный и западный склоны) сопровождалась мощной фумарольной активностью — парогазовые шлейфы порой поднимались до 4,5 км н. у. м., протягивались на десятки километров от вулкана. По видеоданным, в тёмное время суток отмечалось свечение выжимающейся свежей лавы, а также раскалённых лавин, которые обрушивались на его склоны (рис. 4). Обрушения раскалённых лавин вызывали формирование небольших пепловых шлейфов. На спутниковых снимках в районе вулкана отмечалась термальная аномалия, наиболее интенсивной она была с января по сентябрь, затем её размер и температура стали уменьшаться, что являлось отражением снижения активности вулкана (рис. 1д). В дальнейшем раскалённые лавины отмечались все реже и прекратились, термальная аномалия почти исчезла, поэтому Авиационный цветовой код вулкана с 13 сентября по 8 декабря был Жёлтый, и с 9 декабря — Зелёный. Извержение вулкана, продолжавшееся



Рис. 4. Свечение раскалённых лавин, обрушившихся с вершины вулкана Кизимен в 11:39 UTC 18 июля 2013 г., видеоданные КФ ГС РАН.

3 года — с 9 декабря 2010 г. по 9 декабря 2013 г., закончилось, но высокая его парогазовая активность остаётся опасной для местных авиаперевозок.

Вулкан Карымский. ($54^\circ 03' \text{ с. ш.}, 159^\circ 27' \text{ в. д.}, 1486 \text{ м}$) с 1996 г. находится в состоянии эксплозивного извержения. В связи с высокой активностью вулкана, Авиационный цветовой код его был Оранжевый, в сообщениях KVERT⁶ указывалось на существование опасности пепловых выбросов выше 6 км н. у. м. Аэрозольные и пепловые шлейфы могли представлять опасность для полётов по местным авиалиниям.

Сейсмичность вулкана была умеренной, с середины августа она начала расти. На спутниковых снимках в первой половине года термальная аномалия отмечалась нерегулярно, интенсивность её постепенно снижалась. Кратер вулкана в середине июля имел чётко выраженную чашеобразную форму с фумаролой на южной стенке (рис. 5). Начиная с конца сентября, размер и температура аномалия увеличились, на спутниковых снимках она проявлялась в районе вулкана почти постоянно, что свидетельствовало об усилении эруптивной активности вулкана (рис. 1е). В конце ноября регулярно происходили пепловые выбросы из кратера, на спутниковых снимках фиксировались пепловые шлейфы длиной до 190 км, распространявшиеся на высотах до 4,2 км н. у. м. в различных направлениях от вулкана. Активность вулкана продолжается.

Вулкан Жупановский. ($53^\circ 35'9'' \text{ с. ш.}, 159^\circ 8'3'' \text{ в. д.}, 2958 \text{ м}$), его последнее извержение происходило в 1956–1957 гг. Сейсмических станций в районе вулкана нет, но его спутниковый мониторинг проводится группой KVERT постоянно. Время от времени проявлялась фумарольная активность вулкана, не представлявшая опасности для авиаперевозок, поэтому Авиационный цветовой код вулкана

⁶www.kscnet.ru/ivs/kvert/



Рис. 5. Состояние кратера вулкана Карымский 15 июля 2013 г., фото С. Самойленко.

до 23 октября был Зелёный. 24 октября от Е. Ненашевой, сотрудника Природного парка «Вулканы Камчатки», поступило сообщение о пеплопаде в долине р. Налычево — на базе Природного парка выпал пепел слоем около 1 мм. Также было сказано, что со стороны вулкана Жупановский слышен непрерывный гул.

На спутниковых снимках 24 октября был отмечен пепловый шлейф, который поднимался над вулканом до 5 км н. у. м. и распространялся на 40 км на юго-восток и юг от вулкана, поэтому Авиационный цветовой код Жупановского в 03:01 UTC 24 октября был изменен на Оранжевый⁷. Ясности в том, как будут развиваться дальнейшие события на вулкане, не было, поэтому был дан прогноз о возможных пепловых выбросах до 10 км н. у. м., которые могут начаться в любое время. Такая активность была бы опасна для международной и местной авиации.

24 октября вулкан был окутан парогазовыми и пепловыми облаками (рис. 6). Наиболее мощно работали фумаролы в центральной и западной частях вершины вулкана. Тщательная обработка спутниковых снимков позволила обнаружить первый пепловый шлейф от вулкана Жупановский 22 октября в 00:51 UTC (NOAA 16). В дальнейшем пепловые шлейфы наблюдались 22–24 октября на всех снимках. Шлейфы несли слабое или умеренное количество пепла, они протягивались в основном на юг, юго-запад и юго-восток от вулкана. То есть извержение происходило, как минимум, 21–24 октября 2013 г., но плохая погода в районе вулкана, и отсутствие сейсмической станции на его склоне, не позволили точно зафиксировать начало извержения. На спутниковых снимках наиболее протяженный пепловый шлейф (120 км) был зарегистрирован в 04:35 UTC, после 23:34 UTC 24 октября пепловые шлейфы больше не отмечались. Термальная аномалия в районе вулкана проявилась лишь 22 и 26 октября, но в дальнейшем не фиксировалась. Вероят-



Рис. 6. Парогазовая с небольшим содержанием пепла активность вулкана Жупановский 24 октября 2014 г. Фото Д. Мельникова.

но, аномалия была связана с повышенной парогазовой активностью вулкана. Исходя из вышесказанного (отсутствие высокотемпературной аномалии, слабое насыщение пеплом шлейфов), можно утверждать, что 21–24 октября происходило фреатическое извержение Жупановского.

25–26 октября визуально наблюдалась лишь фумарольная активность вулкана, поэтому в 00:29 UTC 27 октября его Авиационный цветовой код был изменен на Жёлтый⁸, было указано, что фреатическое извержение вулкана, вероятно, закончилось, но аэрозольные шлейфы на высоте до 4 км н. у. м. ещё возможны. Такая активность вулкана могла быть опасна для местных авиалиний. В связи с тем, что с 25 октября в районе вулкана не было отмечено пепловых шлейфов, в 23:29 UTC 28 октября Авиационный цветовой код вулкана был изменен на Зелёный⁹. На спутниковом снимке ASTER хорошо видно, что пеплом покрыт, преимущественно, южный склон вулкана (рис. 7). Судя по количеству пепла на склонах, вероятно, центрами извержения были фумаролы западного окончания гребня второго конуса, всегда отличавшиеся мощной деятельностью [3], и фумаролы на западном склоне третьего (активного) конуса. Фумарольная активность вулкана продолжается.

Вулкан Авачинский. (53° 15' с. ш., 158° 51' в. д., 2751 м). Сейсмичность вулкана была низкой, фумарольная активность — умеренной (высота парогазовых струй не превышала 3 км н. у. м., лишь 23 января она была 3,6 км н. у. м.). По спутниковым данным, вулкан был преимущественно спокоен, хотя 3 марта, 20 мая, 8 июня и с конца июля до конца октября в районе кратера вулкана отмечалась слабая термальная аномалия размером 1–2 пиксела с температурой до +12 0С (21 августа 2013 г.).

Вулкан Корякский. (53° 19' с. ш., 158° 43' в. д., 3456 м). Сейсмичность вулкана была, преимуще-

⁷<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index.php?n=2013-25>

⁸<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index.php?n=2013-26>

⁹<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index.php?n=2013-27>

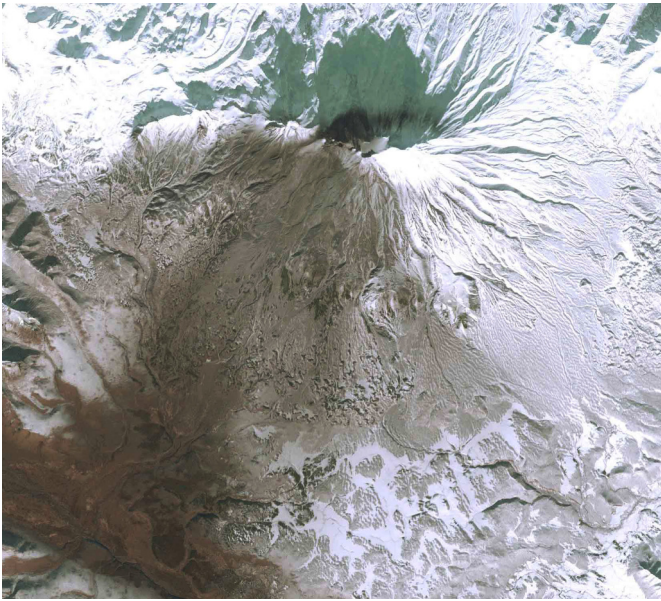


Рис. 7. Отложения пепла на южном склоне вулкана Жупановский на спутниковом снимке ASTER в 00:44 UTC 26 октября 2013 г. The Geo Grid Data, Japan.

ственно, низкой; иногда отмечалась повышенная фумарольная активность вулкана — парогазовые струи поднимались до 3,2 км н. у. м. По спутниковым данным, вулкан был спокоен.

Вулкан Горелый. (52° 33' с. ш., 158° 02' в. д., 1829 м) в 2013 г. находился в состоянии слабой и умеренной активности. Авиационный цветовой код вулкана был Жёлтый. Сейсмичность вулкана была умеренной; вулканическое дрожание, величина которого порой достигала 1,38 мкм/с, фиксируемое в районе вулкана в течение последних нескольких лет, с 12 декабря не регистрировалось. Вероятно, активизация вулкана, продолжавшаяся с июля 2010 г., закончилась. Дрожание, по мнению вулканологов, было связано с истечением высокотемпературного (около 800–1000° С) газа из устья фумаролы; высота парогазовой колонны иногда достигала 3,5 км н. у. м. По спутниковым данным, в районе активного кратера вулкана отмечалась термальная аномалия, с начала сентября она стала регистрироваться все реже, её размер и температура уменьшались (рис. 1ж). Озеро в Активном кратере вулкана весной-летом появлялось в результате таяния заполнявшего кратер снега, но спустя короткое время вновь исчезало — испарялось в связи с высоким тепловым потоком, исходящим из кратера.

Вулкан Мутновский. (52° 27' с. ш., 158° 12' в. д., 2323 м) в 2013 г. находился в состоянии относительного покоя — Авиационный цветовой код его был Зелёный. Фумарольная активность вулкана была умеренной — высота парогазовых струй не превышала 3 км н. у. м. По спутниковым данным, в районе Активного кратера изредка отмечалась слабая термальная аномалия.

По сообщению сотрудника МЧС Ф. А. Фарберова, 3 июля около 23:40 UTC на дне Активного кратера сначала наблюдалась сильная фумарольная деятельность, потом стали происходить пепловые выбросы (рис. 8). К счастью, активность вулкана была умеренной, никто из наблюдателей не пострадал. Активность вулкана продолжается.

Заключение

В 2013 г. наиболее высокой была активность вулканов Северной группы Камчатки. В течение года продолжалось извержение вулкана Шивелуч — почти непрерывное выжимание ювенильного вещества сопровождалось редкими мощными эксплозивными событиями, при которых пепел поднимался до 12 км н. у. м. Во второй половине года произошло сильное извержение вулкана Ключевской — кроме мощной стромболианской и вулканской деятельности вершинного кратера (пепловые тучи поднимались до 12 км н. у. м., пять лавовых потоков стекали по склонам вулкана), на перевале между вулканами Ключевской и Камень произошёл боковой прорыв. С января по сентябрь продолжалось Трещинное Толбачинское извержение. Вероятно, в связи с высоким расходом магмы в районах вулкана Ключевской и Толбачинского дола, в 2013 г. отсутствовало извержение вулкана Безымянный. Благодаря спутниковому мониторингу, удалось зафиксировать фреатическое извержение вулкана Жупановский. Продолжалось умеренное эксплозивное извержение вулкана Карымский. Тесное сотрудничество коллег из KVERT, метеорологического центра аэропорта Елизово, консультационных центров по вулканическим пеплам в гг. Токио, Анкоридж, Вашингтон, Монреаль, Дарвин (Tokyo VAAC, Anchorage VAAC, Washington VAAC, Montreal VAAC and Darwin VAAC) позволило принять все необходимые меры для безопасности авиapolётов в районе Камчатки; фатальных происше-



Рис. 8. Выбросы пепла из воронки на дне Активного кратера вулкана Мутновский в 23:40 UTC 3 июля 2013 г. Фото Ф. Фарберова.

ствий, связанных с взрывной активностью вулканов, не произошло.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук, Целевой комплексной программы «Спутниковый мониторинг Дальнего Востока для проведения фундаментальных научных исследований Дальневосточного отделения РАН» и РФФИ (проект 11-07-12 026-офи_м, 13-07-12180-офи_м).

Список литературы

1. Гирина О.А. О предвестнике извержений вулканов Камчатки, основанном на данных спутникового мониторинга // Вулканология и сейсмология, 2012, № 3, С. 14-22.
2. Гирина О.А., Гордеев Е.И. Проект KVERT – снижение вулканической опасности для авиации при взрывных извержениях вулканов Камчатки и Северных Курил // Вестник ДВО РАН. 2007. № 2. С. 100-109.
3. Масуренков Ю.П., Флоренский И.В., Мелекесцев И.В. Вулкан Жупановский // Действующие вулканы Камчатки. 1991. М.: Наука. Том. 2. С. 216-225.