

УДК 551.21.

АКТИВНОСТЬ ВУЛКАНОВ КАМЧАТКИ И СЕВЕРНЫХ КУРИЛ В 2015 Г. И ИХ ОПАСНОСТЬ ДЛЯ АВИАЦИИ

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

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

В 2015 г. в состоянии извержения и высокой активности находились четыре вулкана Камчатки (Шивелуч, Ключевской, Карымский, Жупановский) и два вулкана Северных Курил (Алаид и Чикурачки), их деятельность представляла опасность для авиоперевозок. В течение всего года продолжалось экструзивно-эксплозивное извержение вулкана Шивелуч, отдельные пепловые эксплозии поднимали пепел до 9-10 км н.у.м.; с 1 января по 24 марта 2015 г. происходило эксплозивно-эффузивное извержение вулкана Ключевской, пепловые шлейфы поднимались до 8 км н.у.м.; с 6 июня 2014 г. до 30 ноября 2015 г. продолжалось эксплозивное извержение вулкана Жупановский, пепловые облака поднимались до 6-10 км н.у.м.; весь год наблюдалось эксплозивное извержение вулкана Карымский, пепел поднимался до 4 км н.у.м.; с 15 по 19 февраля 2015 г. наблюдалось эксплозивное извержение вулкана Чикурачки на о. Парамушир Северных Курил, эксплозии поднимали пепел до 7,5 км н.у.м.; с 1 октября до конца 2015 г. отмечалась активизация вулкана Алаид на о. Атласова Северных Курил.

Введение

Камчатской группой реагирования на вулканические извержения (KVERT – Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team) осуществляется комплексный мониторинг 30 действующих вулканов Камчатки и 6 - Северных Курил с 1993 г. [1, 4]. Сотрудники группы KVERT ежедневно семь дней в неделю анализируют видео и визуальные данные, а также выполняют спутниковый мониторинг вулканов с помощью информационной системы VolSatView [5, 6]. При появлении пепловой опасности для авиации в Тихоокеанском регионе, связанной с эксплозивными извержениями камчатских вулканов, ученые из KVERT в оперативном режиме оповещают заинтересованных пользователей о параметрах и направлениях перемещения пепловых шлейфов и размещают информацию на сайте KVERT на сервере ИВиС ДВО РАН (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/>).

В 2015 г. на Камчатке и Северных Курилах в состоянии извержения и высокой активности находились шесть вулканов: Шивелуч, Ключевской, Карымский, Жупановский, Алаид и Чикурачки.

Результаты исследований

Вулкан Шивелуч. Эруптивная активность вулкана Молодой Шивелуч, начавшаяся в 1980 г., продолжается: выжимаются лавовые блоки экструзивного купола, этот процесс сопровождается умеренной силы эксплозиями, раскаленными лавинами, свечением лавы и раскаленных лавин в темное время суток, сильной и умеренной парогазовой деятельностью.

Авиационный цветовой код опасности вулкана для авиации весь год был Оранжевый. В районе лавового купола почти постоянно отмечалась термальная аномалия (рис. 1а), что указывало на выжимание магматического вещества на поверхность земли. В январе-апреле наблюдалась сильная эксплозивная активность вулкана [12]:

26 января с 06:28 UTC пепловый выброс до 10 км н.у.м., пепловый шлейф на восток-юго-восток от вулкана, в эруптивной колонне отмечено мощное свечение;

1 февраля в 19:50 UTC пепловое облако размером до 192×91 км на высоте около 10 км н.у.м. смещалось на северо-восток от вулкана;

16-18 февраля мощные эксплозии до 8 км н.у.м., пепловые облака размером до 220×22 км перемещались на юго-восток от вулкана;

28 февраля в 01:10 UTC мощный выброс пеплов до 9 км н.у.м., по руслам рек Байдарная и Бекеш прокатились пирокластические потоки, пепловые шлейфы и облака протягивались до 460 км на восток и северо-восток от вулкана;

8 марта с 04:20 UTC пепловое облако размером до 400×35 км на высоте 7 км н.у.м. протянулось до 607 км на северо-восток от вулкана;

16 марта пепловое облако размером 37×98 км на высоте 7,5 км н.у.м. смещалось на юго-восток от вулкана, в п. Усть-Камчатск наблюдался пеплопад;

22 марта с 23:40 UTC пепловое облако на высоте 7 км н.у.м. распространялось до 225 км на северо-восток от вулкана;

25 марта в 22:04 UTC пепловый выброс до 10 км н.у.м., пепловое облако размером до 260×90 км смещалось 25-26 марта до 610 км на юго-запад от вулкана;

7-16 апреля пепловые выбросы до 7 км н.у.м., пепловые шлейфы и облака распространялись до 478 км на восток и юго-восток от вулкана (рис. 2а, 3а, 4, 5).

Во второй половине года сильные эксплозии пепла не отмечались. В течение всего года изредка происходили обрушения раскаленных лавин при интенсивном росте лавового купола благодаря экструзивной деятельности вулкана (рис. 2а, 3а). Например, 20-21 и 24-25 февраля пепловые облака, поднявшиеся при обрушении раскаленных лавин до 5-6 км н.у.м., распространялись до 580 км в восточном секторе от вулкана (рис. 4). В сентябре-декабре также выжимание новых блоков лавы купола сопровождалось обрушением раскаленных лавин, пепел от которых поднимался до 4-6 км н.у.м., пепловые шлейфы перемещались до 150 км преимущественно на восток-юго-восток от вулкана (рис. 2а, 3а).

15-16 сентября, в связи с сильными ветрами в районе вулкана, с поверхности отложений пирокластических потоков на южном склоне вулкана был поднят ресуспендированный пепел (старый, переотложенный), и плотный пепловый шлейф высотой от поверхности склона Шивелуча до 2 км н.у.м. протянулся до 180 км на юго-восток от вулкана (рис. 6).

8 октября наблюдалась повышенная эруптивная активность вулкана – пепловые шлейфы протягивались до 400 км на юго-восток от вулкана (рис. 4). Извержение вулкана продолжается.

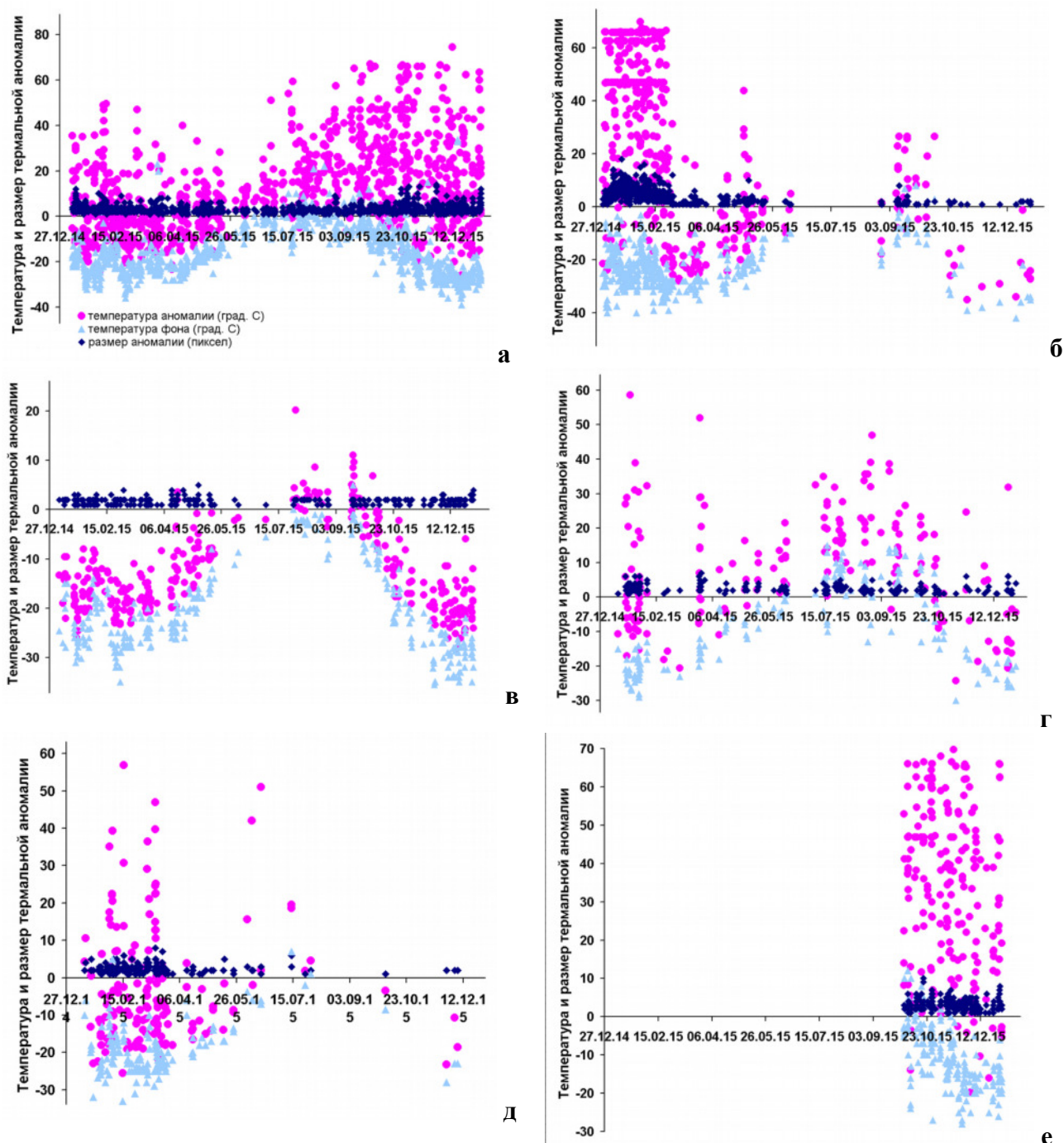


Рис. 1. Температура и размер термальных аномалий в районах вулканов Молодой Шивелуч (а), Ключевской (б), Безымянный (в), Карымский (г), Жупановский (д), Алаид (е) в 2015 г. (по спутниковым данным KVERT)

Вулкан Ключевской. С 01 января по 24 марта 2015 г. происходило эксплозивно-эффузивное извержение вулкана (рис. 1б, 2б, 3б, 4), описание которого дано в работе [2]. Напомним, что с 01 января началась Стромболианская активность вулкана, с 8-9 января по Апахончичскому желобу изливался лавовый поток, с 10 января в парогазовых шлейфах появился пепел, кульминация извержения с сильной Вулканской деятельностью проявилась

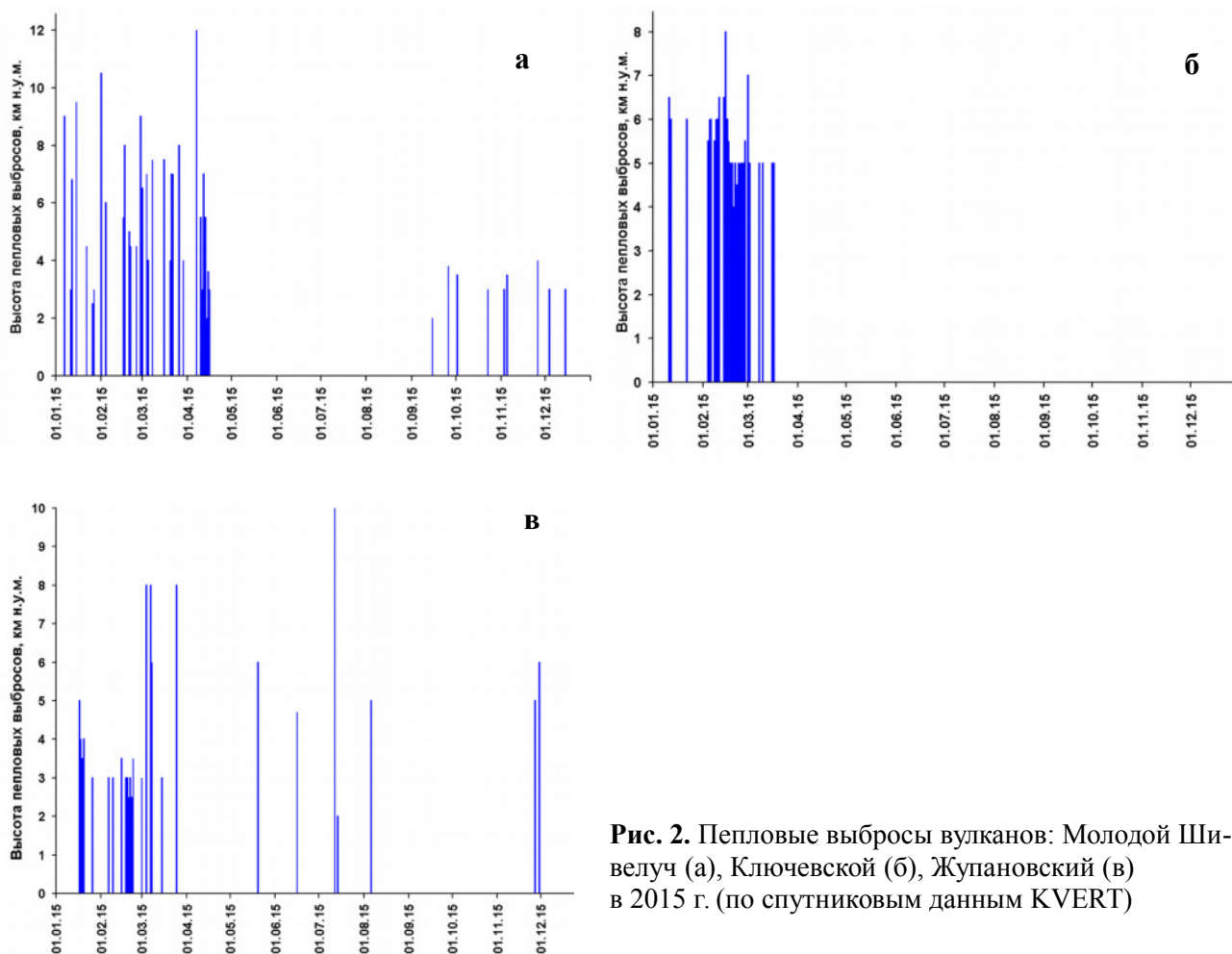


Рис. 2. Пепловые выбросы вулканов: Молодой Шивелуч (а), Ключевской (б), Жупановский (в) в 2015 г. (по спутниковым данным KVERT)

15 февраля [2]. До середины апреля отмечалась умеренная парогазовая активность вулкана, по спутниковым данным он был спокоен. Свечение над вершиной вулкана вновь было отмечено 13 апреля (рис. 1б), оно могло означать возобновление эксплозивной активности вулкана, поэтому его Авиационный цветовой код был изменен с Зеленого на Желтый [11]. На спутниковых снимках 18 апреля был отмечен узкий пепловый шлейф, возможно связанный с выбросом пепла при резком оттоке магмы по каналу вулкана. В связи с относительно частым изменением характера деятельности вулкана (усилением-ослаблением) без явного проявления эруптивной активности, Авиационный цветовой код вулкана менялся с Оранжевого на Желтый и обратно, затем 28 августа был установлен Желтый и таким он оставался до конца года [11]. До 11 октября температура аномалии часто имела положительные значения (до +26 град. С), затем до конца года ее значения были отрицательные (рис. 1б). Вероятно, термальная аномалия и свечение над кратером вулкана были связаны с истечением потока горячих вулканических газов, температура которых может достигать 500-900 град. С. В зависимости от вулканической активности и атмосферных условий мощность фумарольной активности вулкана менялась, иногда парогазовая колонна поднималась до 6 км н.у.м. Изредка штормовые ветры поднимали с восточного подножия вулкана ресуспендированный (старый, переотложенный)

пепел, и такие пепловые шлейфы на высотах до 2-3 км н.у.м. перемещались в восточных направлениях от вулкана.

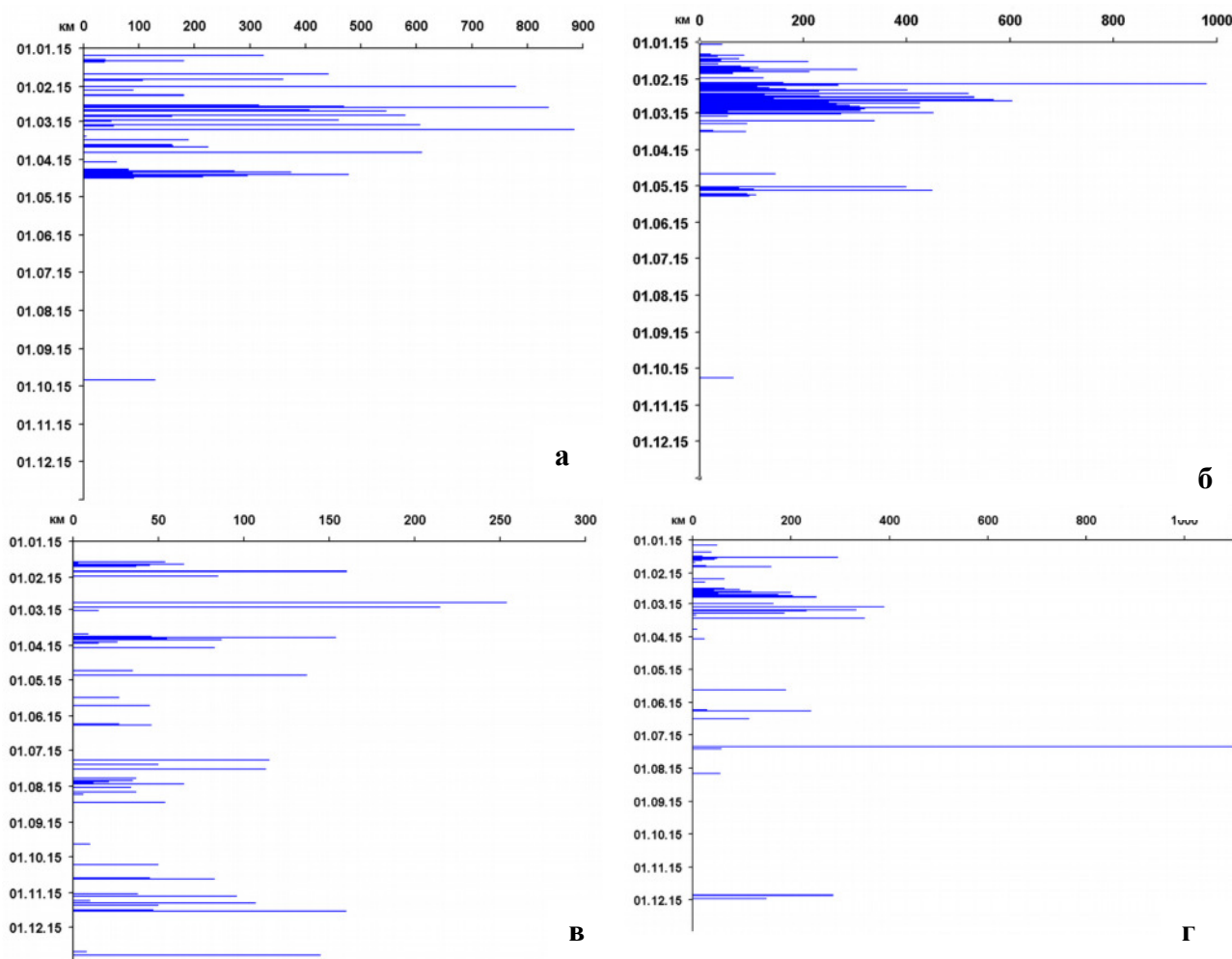


Рис. 3. Распространение пепловых шлейфов от вулканов: Молодой Шивелуч (а), Ключевской (б), Карымский (в), Жупановский (г) в 2015 г. по данным ИС VolSatView

Вулкан Безымянный. После катастрофического извержения 30 марта 1956 г. рост лавового купола в его эксплозивном кратере в течение более 40 лет продолжался почти непрерывно. Предыдущее эксплозивное извержение вулкана произошло 1 сентября 2012 г.

В течение 2015 г. наблюдалась только фумарольная активность вулкана, однако в связи с возможным скоротечным сильным эксплозивным извержением, Авиационный цветовой код вулкана был Желтый. По спутниковым данным, в районе лавового купола почти постоянно регистрировалась слабая термальная аномалия, связанная с повышенным тепловым потоком вулканических газов (рис. 1в).

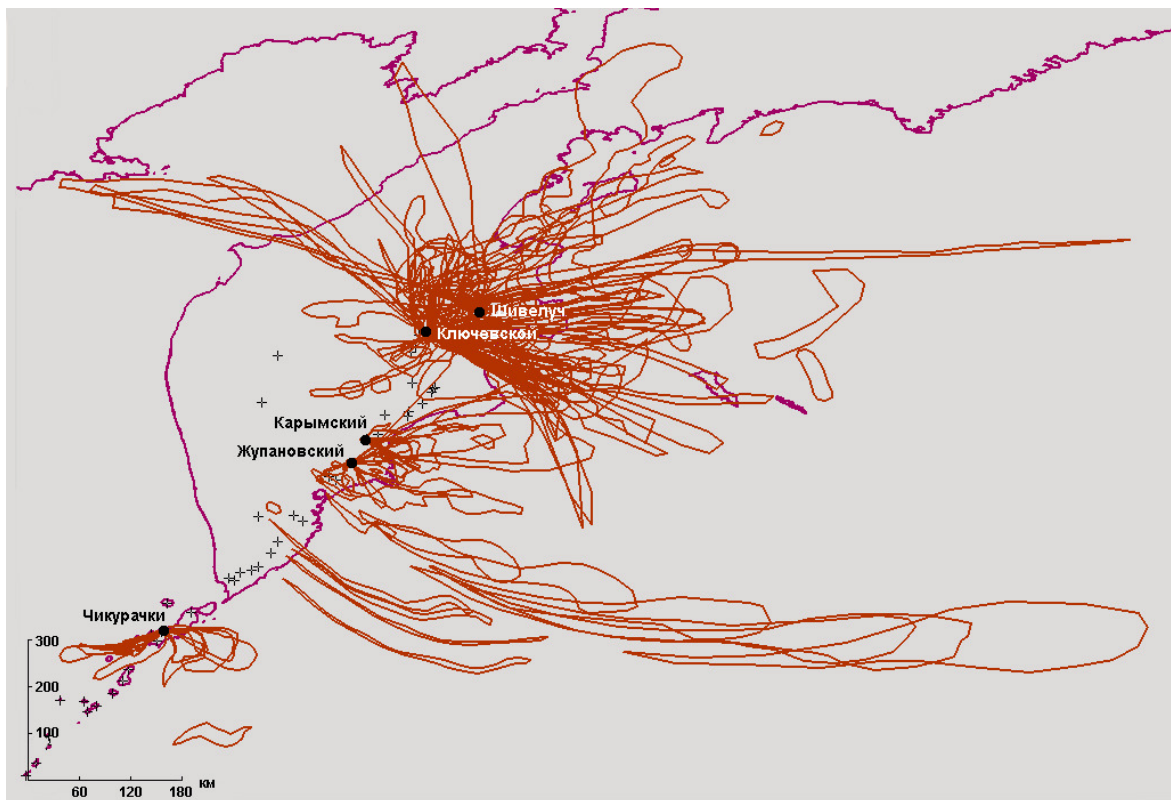


Рис. 4. Распространение пепловых шлейфов от вулканов Камчатки и Северных Курил в 2015 г. по данным ИС VolSatView



Рис. 5. Пепловый выброс вулкана Шивелуч до 9 км н.у.м. 28 февраля 2015 г. Фото Ю.В. Демянчука – ИВиС ДВО РАН, KVERT

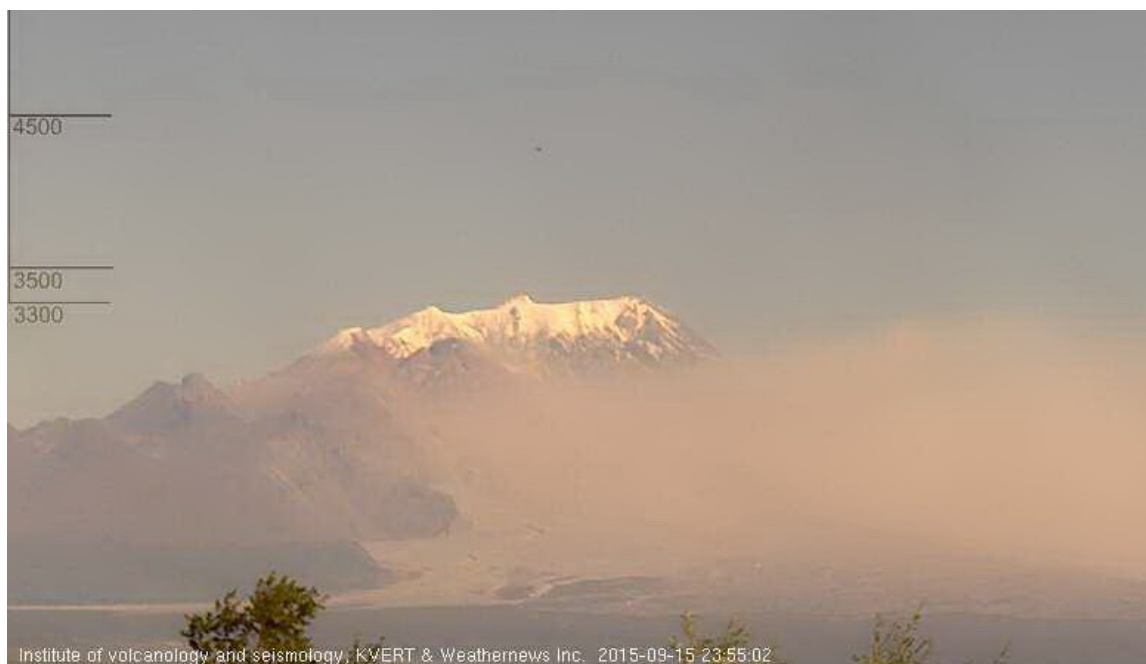


Рис. 6. Перемещение ресуспендированного пепла, поднятого с поверхности пирокластических отложений вулкана Шивелуч 15 сентября 2015 г. Видеоданные KVERT ИВиС ДВО РАН и Weathernews Inc.

Вулкан Карымский. Умеренное эксплозивное извержение вулкана, начавшееся в 1996 г., продолжается. Авиационный цветовой код его 1-18 января был Желтый, с 19 января до конца года, в связи с эруптивной деятельностью, - Оранжевый [10]. На спутниковых снимках в районе кратера вулкана почти постоянно отмечалась термальная аномалия (рис. 1г), связанная с выбросом на поверхность земли ювенильного вещества. По спутниковым и редким визуальным данным, пепловые выбросы из вулкана поднимались до 3-5 км над уровнем моря (рис. 4), пепловые шлейфы протягивались до 260 км (рис. 3в) в различных направлениях от вулкана (рис. 4). Эксплозивное извержение вулкана происходило неравномерно, с перерывами от нескольких дней до месяца; наибольшая интенсивность извержения отмечалась в январе-апреле, июле-августе и октябре-ноябре, что отразилось в большей интенсивности термальной аномалии и протяженности пепловых шлейфов (рис. 1г, 3в).

Вулкан Жупановский. Эксплозивное извержение вулкана началось 6 июня 2014 г. и продолжалось в нестабильном режиме до конца 2015 г. Авиационный цветовой код вулкана во время активных эксплозивных событий с 1 января по 16 мая, с 8 по 30 июня, с 1 по 19 июля и с 27 ноября по 10 декабря был Оранжевый [13]. В связи с сохранением потенциальной опасности пепловых выбросов, но их отсутствием в периоды с 16 мая по 8 июня, 19-20 июля и 10-17 декабря Авиационный цветовой код вулкана был Желтый; и с 20 июля по 27 ноября и 17-31 декабря – Зеленый [13].

Интенсивная термальная аномалия в районе активного кратера регистрировалась в январе-марте и изредка в июне, иногда она отмечалась во время пепловых выбросов, иногда - в межэруптивные фазы деятельности вулкана, то есть аномалия в районе Жупановского была

отражением мощности потока тепла, поступающего из недр вулкана при выносе и ювенильного вещества, и парагазовой смеси (рис. 1д).

Первый в 2015 г. пепловый шлейф от Жупановского, перемещавшийся на высоте 5 км н.у.м., был отмечен 12 января пилотами местных авиалиний, в дальнейшем подтвержден по спутниковым данным и визуально наблюдался в районе вулкана Корякский из г. Петропавловск-Камчатский (рис. 2в, 3г). Отмечались следующие периоды активной эксплозивной деятельности вулкана: с 6 по 26 января, 6 и 9 февраля, с 15 по 23 февраля, с 1 по 4 марта, 7-8, 10, 12, 15 и 25 марта, 3 апреля, 20 мая, 8-9 и 16-17 июня, 12 и 14 июля и 27 и 30 ноября. Пепловые шлейфы протягивались до 2000 км преимущественно в восточных направлениях от вулкана (рис. 3г, 4). Наиболее сильные эксплозивные события с подъемом пепла до 10 км н.у.м. произошли 8 (в 01:15 UTC) и 25 (в 04:16 UTC) марта, 12 июля (в 19:15 UTC) и 30 ноября (в 03:47 UTC) [13] (рис. 2в). 8 марта вертикальная пепловая колонна над кратером конуса Приемьш содержала большое количество водяного пара (рис. 7).



Рис. 7. Пепловая колонна вулкана Жупановский 8 марта 2015 г. Фото. А. Гаврилова.

Парагазовые струи поднимались также с поверхности небольших пирокластических потоков, движущихся по трещинам и ложбинам и растапливающих снег, и подмешивались в эруптивную колонну. Верхняя часть колонны постепенно расплывалась и превращалась в пепловый шлейф. 12 июля после или во время пепловых выбросов до 10 км н.у.м. произошло обрушение части активного конуса Приемьш, сопровождавшееся формированием горячих отложенных обвала, небольшими пирокластическими и грязевыми потоками [3]. Небольшие по объему обрушения конуса Приемьш были отмечены также 14 июля в западной части обвалных отложений, сформированных 12 июля. Общая площадь новообразованных отложений

обвала вместе с грязевыми потоками составила около 20 км^2 , при средней мощности отложенных 2 м их объем составил около $0,04 \text{ км}^3$. Пепловые шлейфы 12-13 июля протянулись на тысячи километров на восток от вулкана и оставались в атмосфере над п-овом Аляска до 16 июля. Казалось, извержение закончилось, так как вулкан перешел в состояние относительно покоя, однако, 27 и 30 ноября вновь произошли взрывы вулкана. Мощные эксплозии подняли пепел 30 ноября до 8 км н.у.м., продукты разрушенной при этих взрывах части конуса Приемьш, значительно меньшего объема чем 12-14 июля, отложились на материале обрушений 12-14 июля, протяженность этих отложений составила 15 км. В дальнейшем, до конца года вулкан проявлял только фумарольную активность, но его извержение продолжилось в 2016 г.

Вулкан Алаид. После умеренного эксплозивного извержения вулкана, продолжавшегося с 6 октября до 12 декабря 2012 г., в ходе которого кратер шлакового конуса, образовавшегося при извержении 1981 г., был заполнен пирокластикой [7], вулкан находился в состоянии относительного покоя, наблюдалась только фумарольная его активность. На спутниковых снимках 1 октября в районе кратера вулкана была обнаружена термальная аномалия, с этого дня и до конца года Авиационный цветовой код Алаида был Желтый [8]. Термальная аномалия в районе вулкана регистрировалась почти непрерывно (рис. 1д, рис. 8), но эксплозивной активности с выбросом пеплов не наблюдалось, отмечалась лишь фумарольная деятельность вулкана.

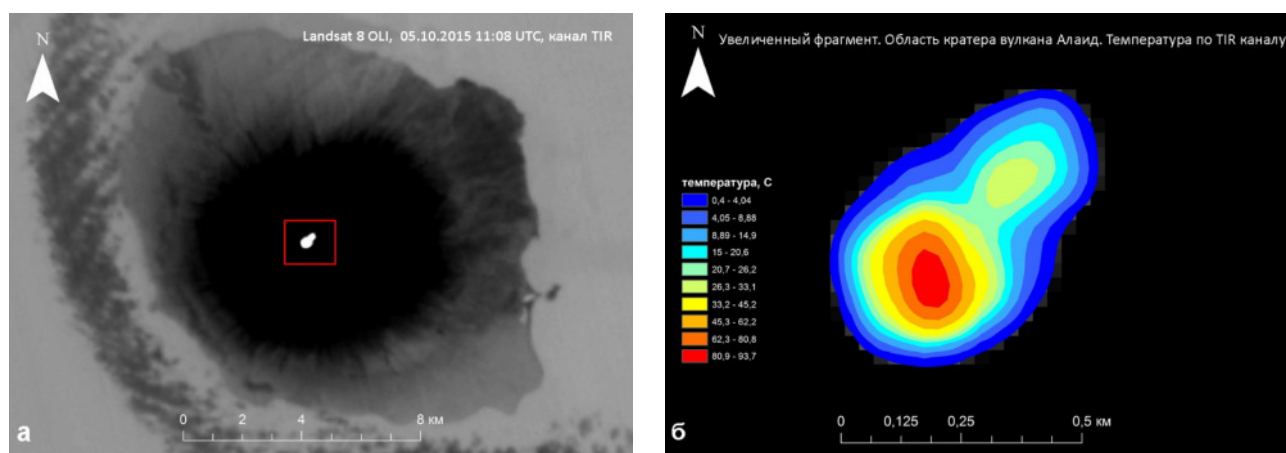


Рис. 8. Термальная аномалия в районе кратера Алаида по спутниковым данным Landsat-8, NASA

Вулкан Чикурачки. Предыдущее извержение вулкана, по данным KVERT, происходило с 29 июля по 5 августа 2008 г. [9]. До середины февраля 2015 г. вулкан проявлял только умеренную парогазовую активность. В 01:22 UTC 16 февраля из 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/>) поступили данные о высоком содержании аэрозолей в районе Северных Курил (рис. 9). Токуо VAAC в 02:21 UTC 16 февраля выпустил сообщение о начале извержения вулкана Чикурачки в 22:00 UTC 15 февраля [9]. По данным KVERT, 16 февраля в районе его кратера отмечалась термальная аномалия и пеп-

ловый шлейф, поэтому в этот день Авиационный цветовой код вулкана был изменен с Зеленого на Оранжевый. Умеренное эксплозивное извержение продолжалось 15-18 февраля, пепел при выбросах поднимался до 7-7,5 км н.у.м.; пепловые шлейфы протягивались до 280 км, направление их перемещения от вулкана изменялось с западного на восточное (рис. 4). С 19 февраля вулкан был спокоен, поэтому 22 февраля Авиационный цветовой код его был изменен с Оранжевого на Желтый и 26 февраля на Зеленый [9].

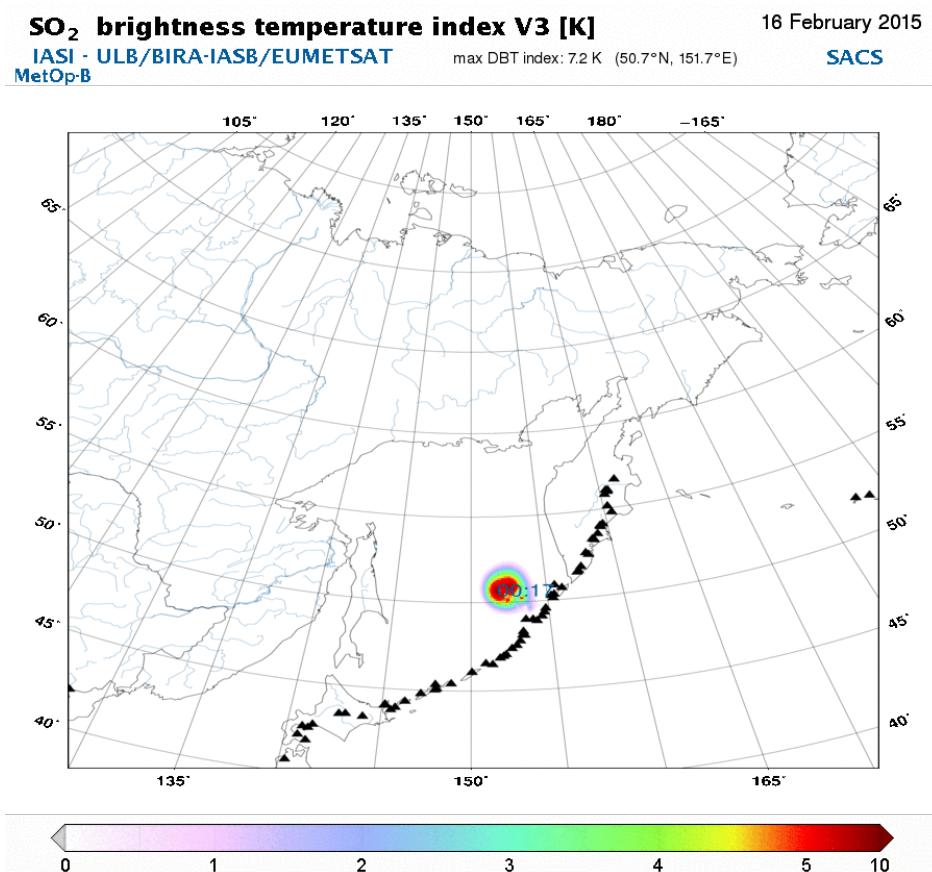


Рис. 9. Аэрозольное облако в районе вулкана Чикурачки в 00:17 UTC 16 февраля 2015 г. по данным SACS SO₂ & Ash Notification System, <http://sacs.aeronomie.be/>

В заключение следует сказать, что в первой половине 2015 г. более активной была эксплозивная деятельность вулканов Шивелуч, Ключевской, Чикурачки и Жупановский, тогда как вулкан Карымский проявлял умеренную эруптивную активность в течение всего года. Эксплозивные извержения вулканов Шивелуч и Жупановский, несмотря на единичные эксплозии, поднимавшие пепел до 10 км н.у.м., в среднем, также были умеренной силы. Проявление интенсивной термальной аномалии в районе кратера вулкана Алаид в 2015 г. извержением не закончилось. Другие действующие вулканы Камчатки в течение 2015 г. находились в стадии фумарольной деятельности.

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., Демянчук Ю.В., Мельников Д.В. и др.* Извержение вулкана Ключевской в 2015 г. и его опасность для авиации // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы региональной конференции, посвященной Дню вулканолога, 30 марта — 1 апреля 2015 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2016 (в печати)
3. *Горбач Н.В., Самойленко С.Б., Плечова А.А., Мельников Д.В.* Обвал на вулкане Жупановский (Камчатка) в июле 2015 г.: первые данные и наблюдения // Вестник КРАУНЦ. Сер. Науки о Земле. 2015. Вып. 27. № 3. С. 5-11.
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. *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.
6. *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.
7. <http://skurilsk.ru/news/skurilsk/107269/>
8. <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/current.php?name=Alaid>
9. <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index.php?name=Chikurachki>
10. <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index.php?name=Karymsky>
11. <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index.php?name=Klyuchevskoy>
12. <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index.php?name=Sheveluch>
13. <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/volc.php?name=Zhupanovsky>