



# Анализ активности вулкана Безымянный в 2016-2017 гг. с помощью методов дистанционного зондирования

*О.А. Гирина<sup>1</sup>, Д.В. Мельников<sup>1</sup>, А.Г. Маневич<sup>1</sup>, И.А. Уваров<sup>2</sup>,  
А.В. Кашницкий<sup>2</sup>, А.А. Сорокин<sup>3</sup>, Л.С. Крамарева<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup> Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

*<sup>2</sup> Институт космических исследований РАН*

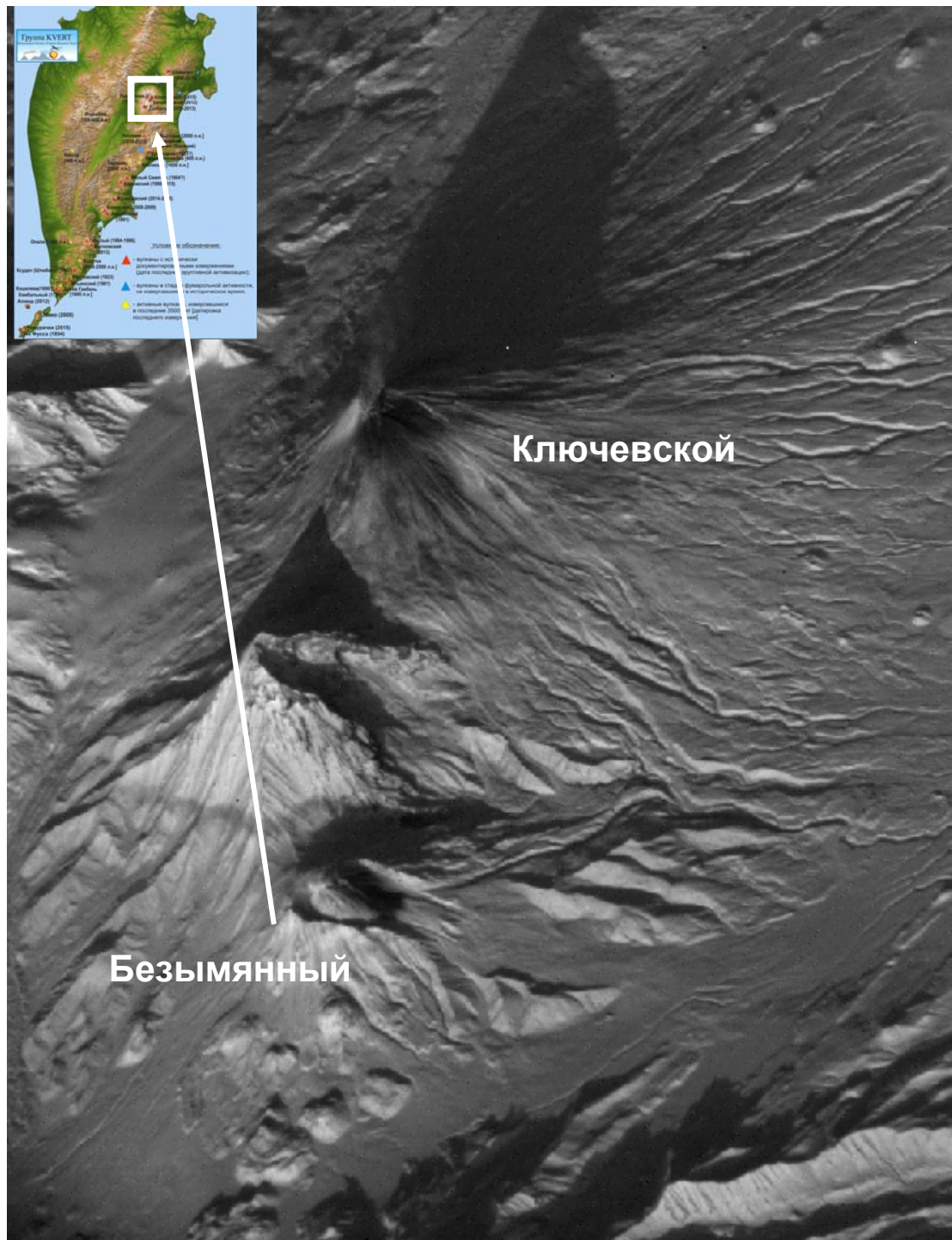
*<sup>3</sup> Вычислительный центр ДВО РАН*

*<sup>4</sup> Дальневосточный НИЦ Планета*

Наиболее полную информацию об извержениях вулканов можно получить при анализе спутниковых данных в информационной системе «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил (VolSatView, <http://volcanoes.smislab.ru>)» (Gordeev et al., 2016).

Оперативное обновление данных в системе осуществляется центром приема ИВиС ДВО РАН, Дальневосточным центром НИЦ Планета (Лупян и др., 2014) и ЦКП ИКИ-Мониторинг (Лупян и др., 2015).

В VolSatView доступны инструменты для комплексного анализа эксплозивных извержений вулканов: временных серий температуры термальной аномалии до, во время и после извержения по данным спутника Himawari-8; высоты эруптивной колонны; протяженности, азимута распространения и изменения площади эруптивных облаков по мере их продвижения от вулкана; площади отложений лавовых и пирокластических потоков и др.



## Безымянный –

один из наиболее активных вулканов Камчатки и мира. Пробуждение после тысячелетнего молчания в 1955 г., катастрофическое извержение в 1956 г. и непрерывная активность вулкана, связанная с ростом лавового купола внутри эксплозивного кратера, сделало вулкан широко известным в мире.

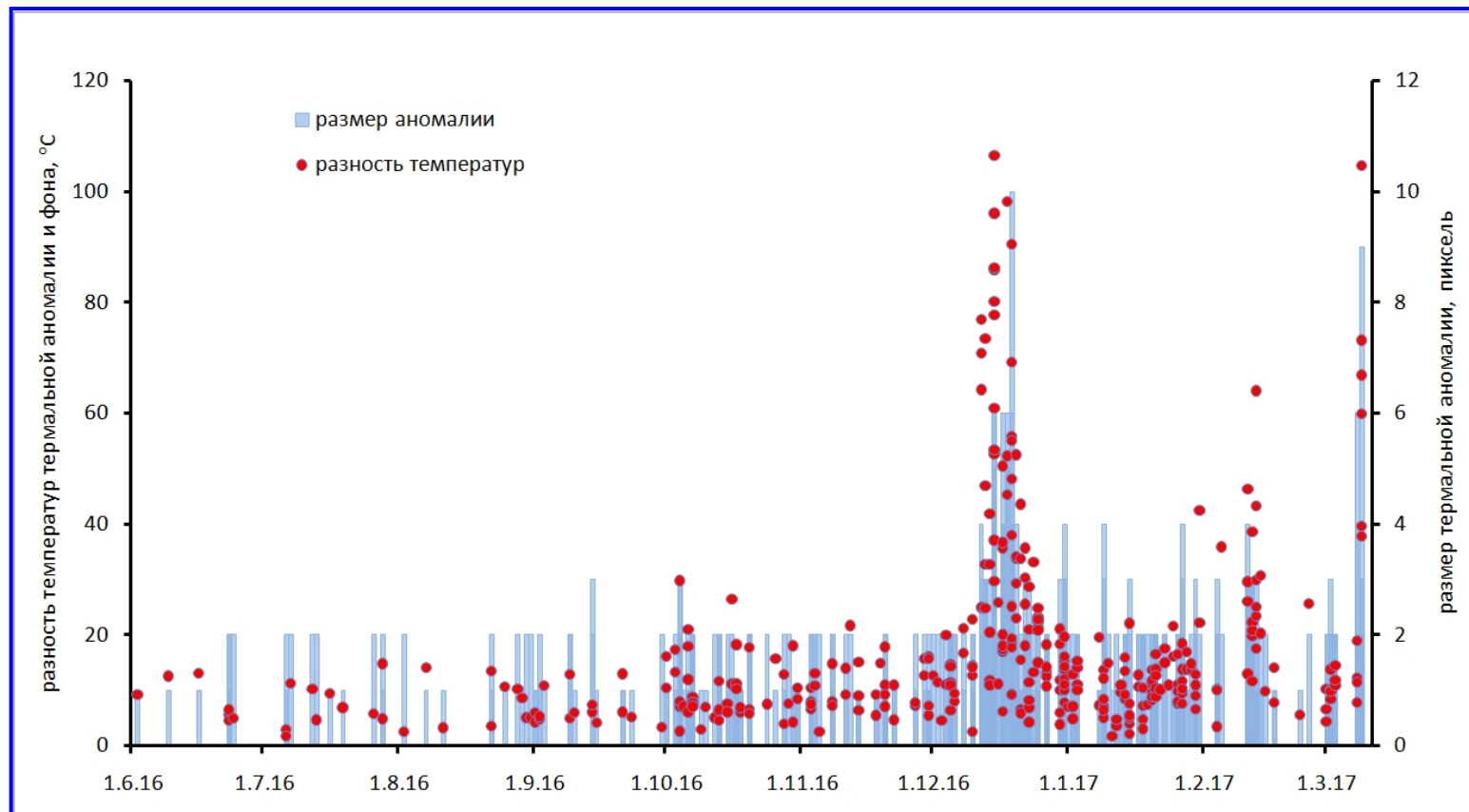


**В январе 2005 г. на вершине лавового купола образовался кратер (Гирина, Горбач, 2006), он сохранялся и после эксплозивных извержений вулкана в 2006-2012 гг.**

**Со времени предыдущего эксплозивно-эффузивного извержения 1 сентября 2012 г. вулкан находился в состоянии относительного покоя до 2016 г., что связывается с высокой эффузивной активностью Трещинного Толбачинского извержения с 27.11.2012 по 15.09.2013 и вулкана Ключевской с 01.09. 2012 по 15.01.2013, с 15.08. по 15.12.2013, с 01.01. по 24.03.2015 и с 03.04. по 06.11.2016 (Гирина, 2016).**

## Подготовка извержения

В течение 2013-2016 гг. наблюдалась умеренная фумарольная деятельность Безымянного. По спутниковым данным, в районе вулкана почти постоянно регистрировалась слабая термальная аномалия. Вулкан был относительно спокоен, но вероятность его эксплозивного извержения сохранялась, поэтому его Авиационный цветовой код оставался **Желтый**.



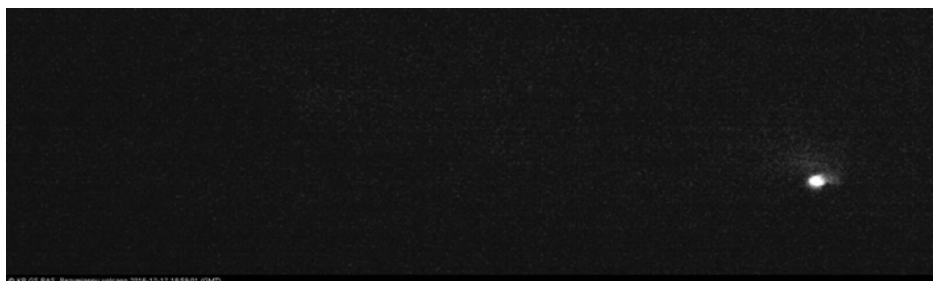
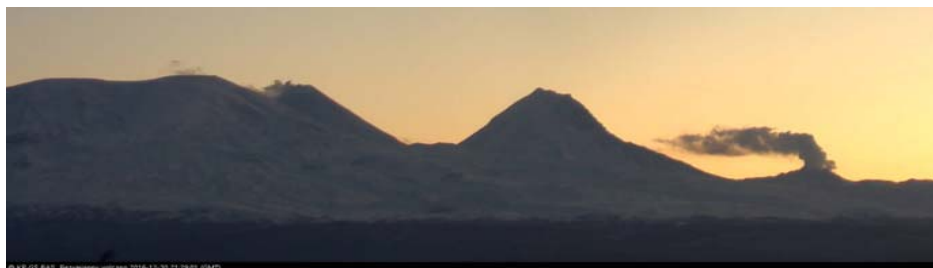


**26 августа 2016 г. было восхождение на лавовый купол вулкана, в северо-восточной части кратера наблюдалось выступающее над его дном локальное образование, покрытое пирокластикой, его подножие и дно кратера застилал сизый едкий газ. Это было экструзивное тело, начавшее выжиматься на поверхность.**

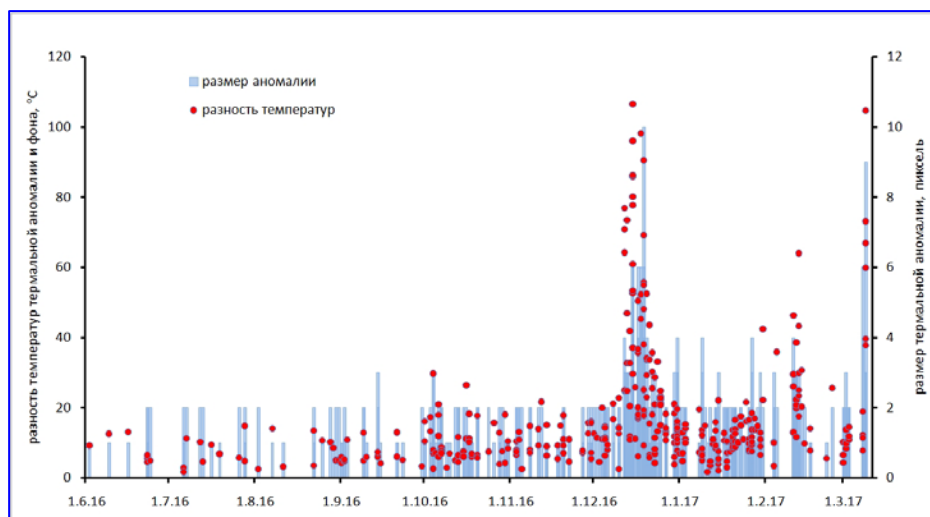


# Эксплозивное извержение 15 декабря 2016 г.

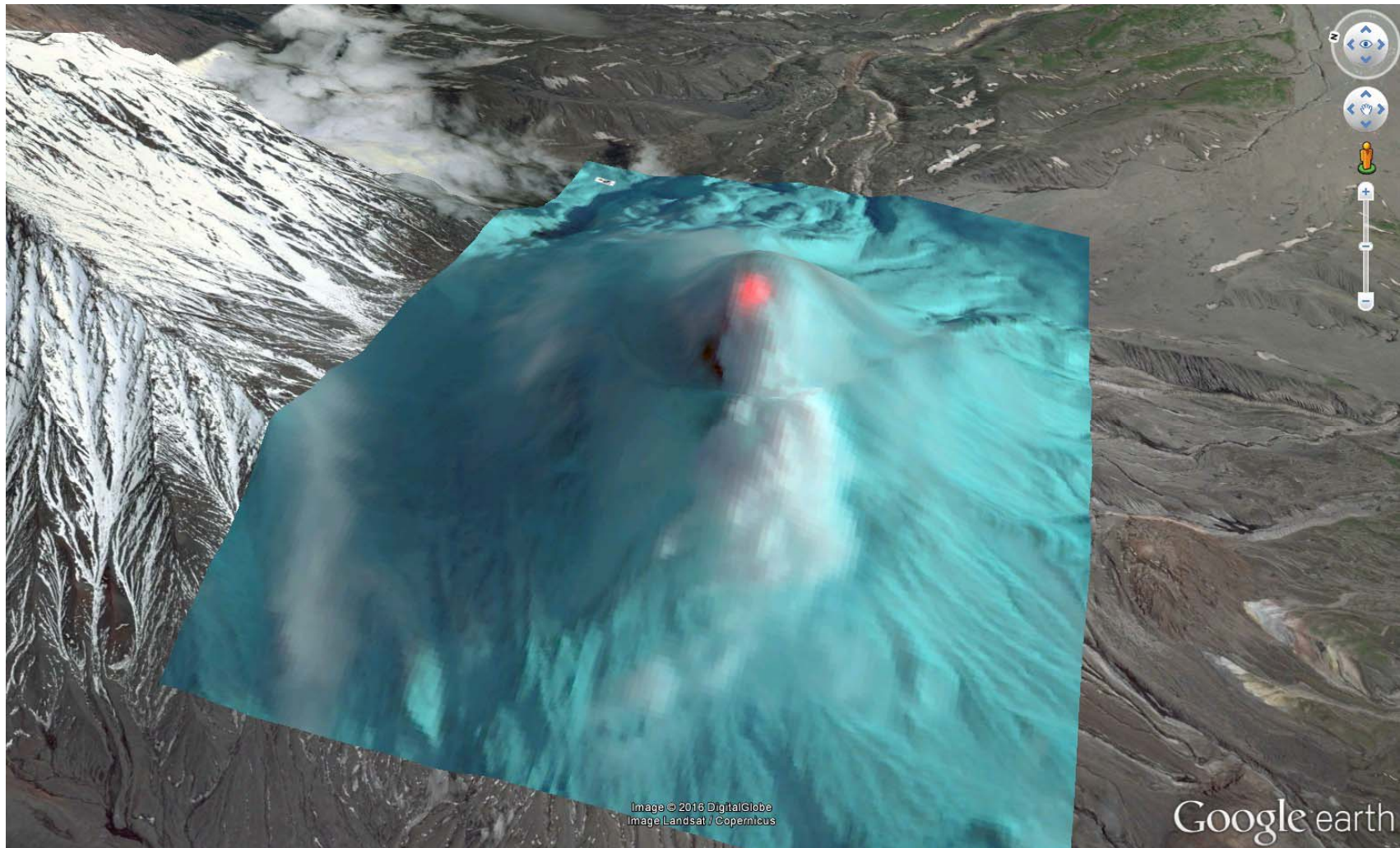
С 5 декабря 2016 г. температура аномалии начала повышаться.



По видеоданным, в 19:00 UTC 12 декабря было отмечено яркое свечение вершины вулкана, поэтому 13 декабря Авиационный цветовой код (АЦК) вулкана был изменен на **Оранжевый** (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index.php?n=2016-194>)

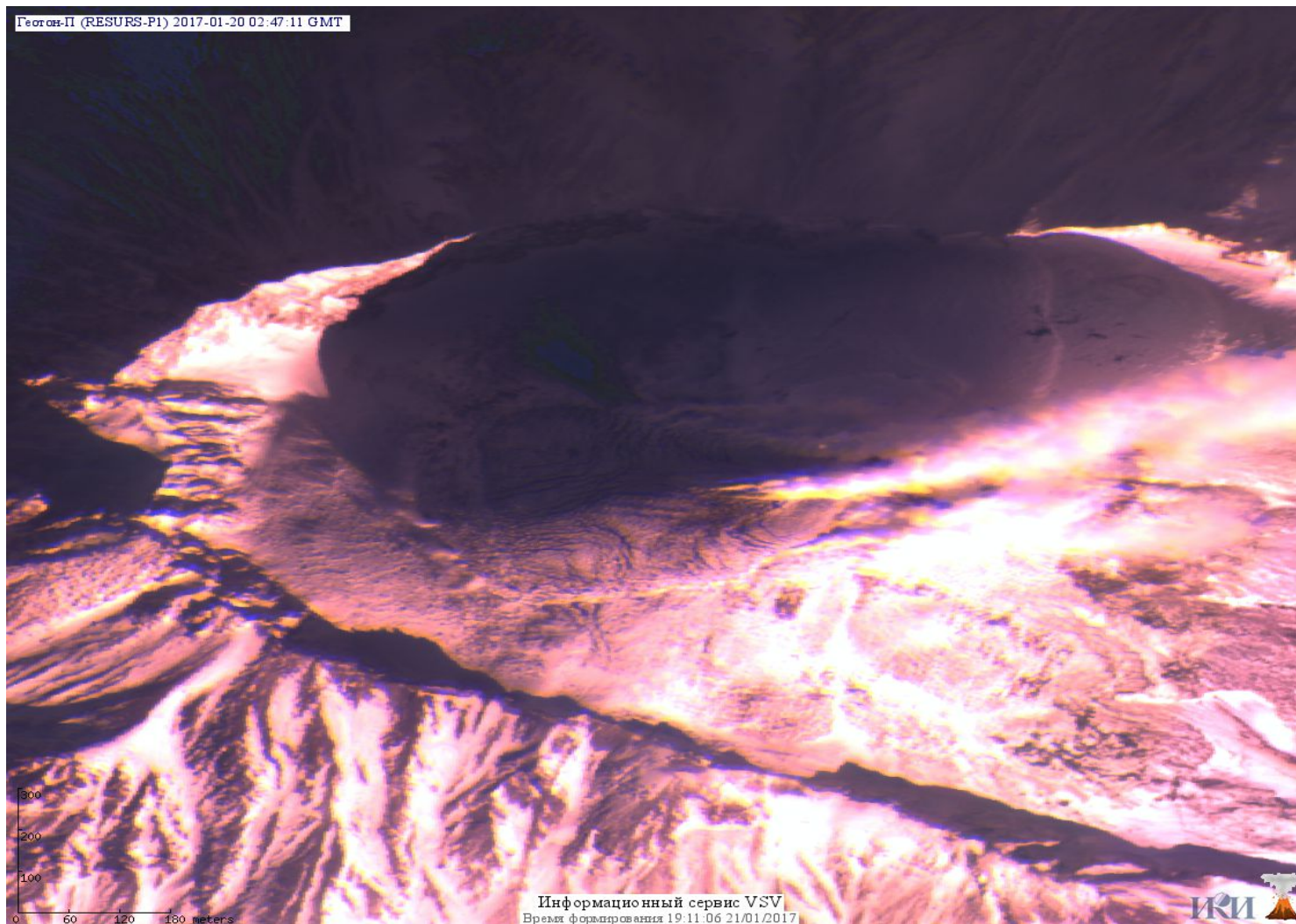


По спутниковым данным KVERT, 15 декабря 2016 г. парогазовая колонна, содержащая некоторое количество пепла, поднялась до 4 км н.у.м., шлейф протянулся до 118 км на запад от вулкана (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index.php?n=2016-195>).



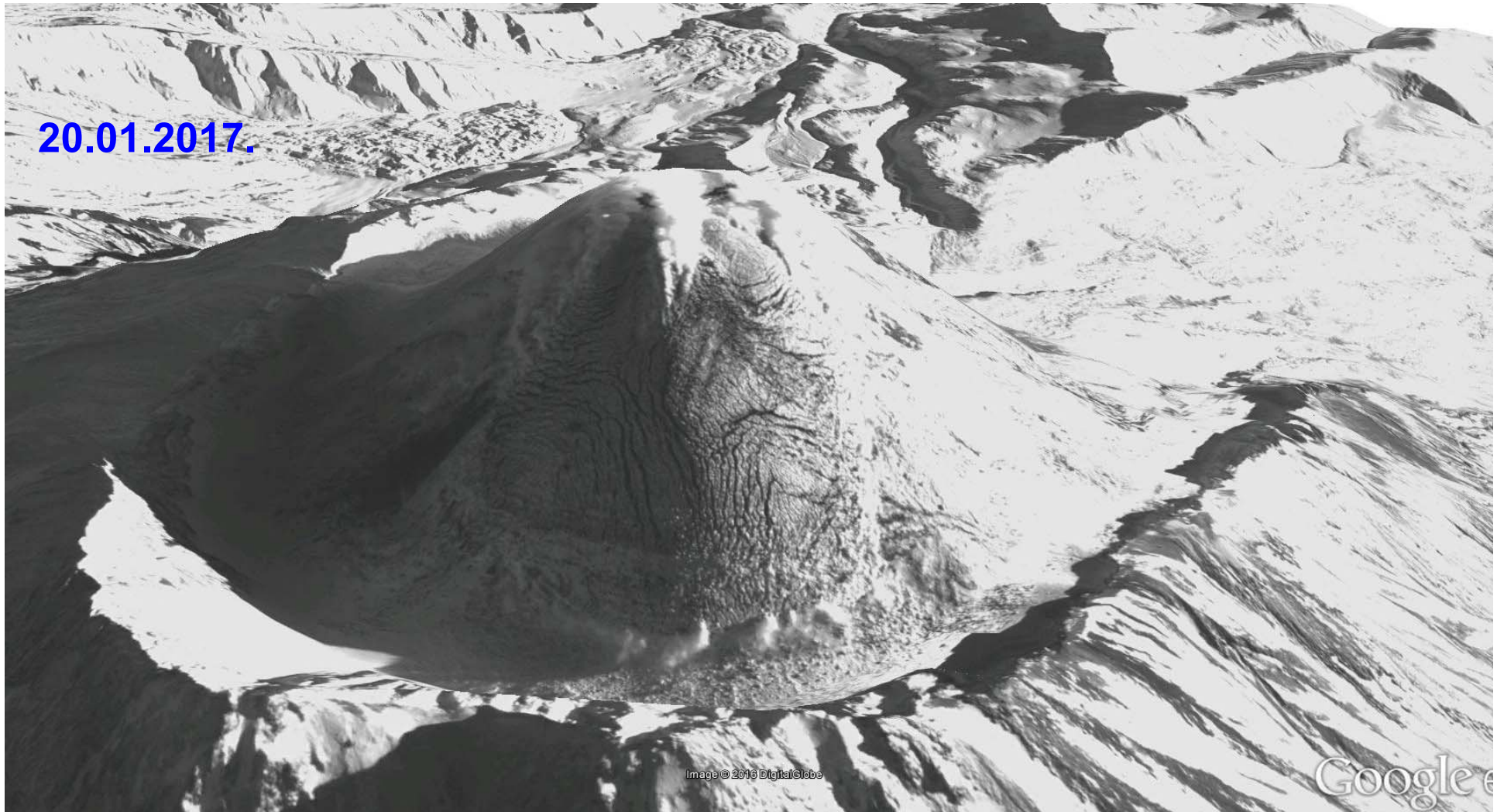
**Landsat-8 15.12.2016.**





**Предполагалось, что 12 декабря началось выжимание лавового потока на склон купола. На снимке Геотон-П (Resurs-P1) в 02:47 UTC 20 января 2017 г. (данные из ИС VolSatView) на западном склоне купола Безымянного наблюдается мощный лавовый поток шириной около 500 м и длиной около 570 м.**

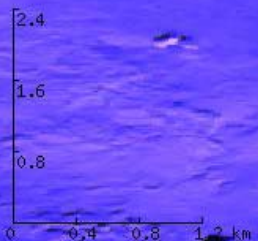
20.01.2017.



**Тело лавового потока окаймляют фумаролы. Лавовый поток покрыт трещинами, связанными с неровностями поверхности купола, подстилающей лавовый поток, а также, возможно, с неравномерностью поступления лавового материала на склон купола. Общая площадь лавового потока составляет 0,21 км<sup>2</sup>.**

**Лавовый поток длиной 550 м, шириной до 120 м, площадь потока составила около 0,06 км<sup>2</sup>. Вероятно, была выжата менее вязкая лава, т.к. мощность потока была небольшой – до первых метров.**

**На снимке Landsat-8 от 17 февраля 2017 г. на теле западного лавового потока, выжатого в декабре-январе, было отмечено два таких же как на южном склоне купола узких потока менее вязкой лавы.**





**Изменение температуры и размера термальной аномалии в р-не влк. Безымянный в 2016-2018 гг. Данные из ИС VolSatView**



© КФ ГС РАН, Birzyannyi Volcano, Kamen Volcano and Kilyuchevskoi Volcano 2017-03-08 21:59:02

**С 5 марта, по данным КФ ФИЦ ЕГС РАН (<http://www.emsd.ru/>), сейсмичность вулкана начала значительно повышаться. Мы предположили, что готовится или эксплозивное событие, или «продувка» канала вулкана для излияния новых порций лавы.**

© KB GS RAS, [http://www.emsd.ru/video/BZG/img\\_1.jpg](http://www.emsd.ru/video/BZG/img_1.jpg)



© KB GS RAS, Bezimyan Volcano, Kamoh Volcano and Kiyucherdak Volcano 2017-03-09 02:30:01

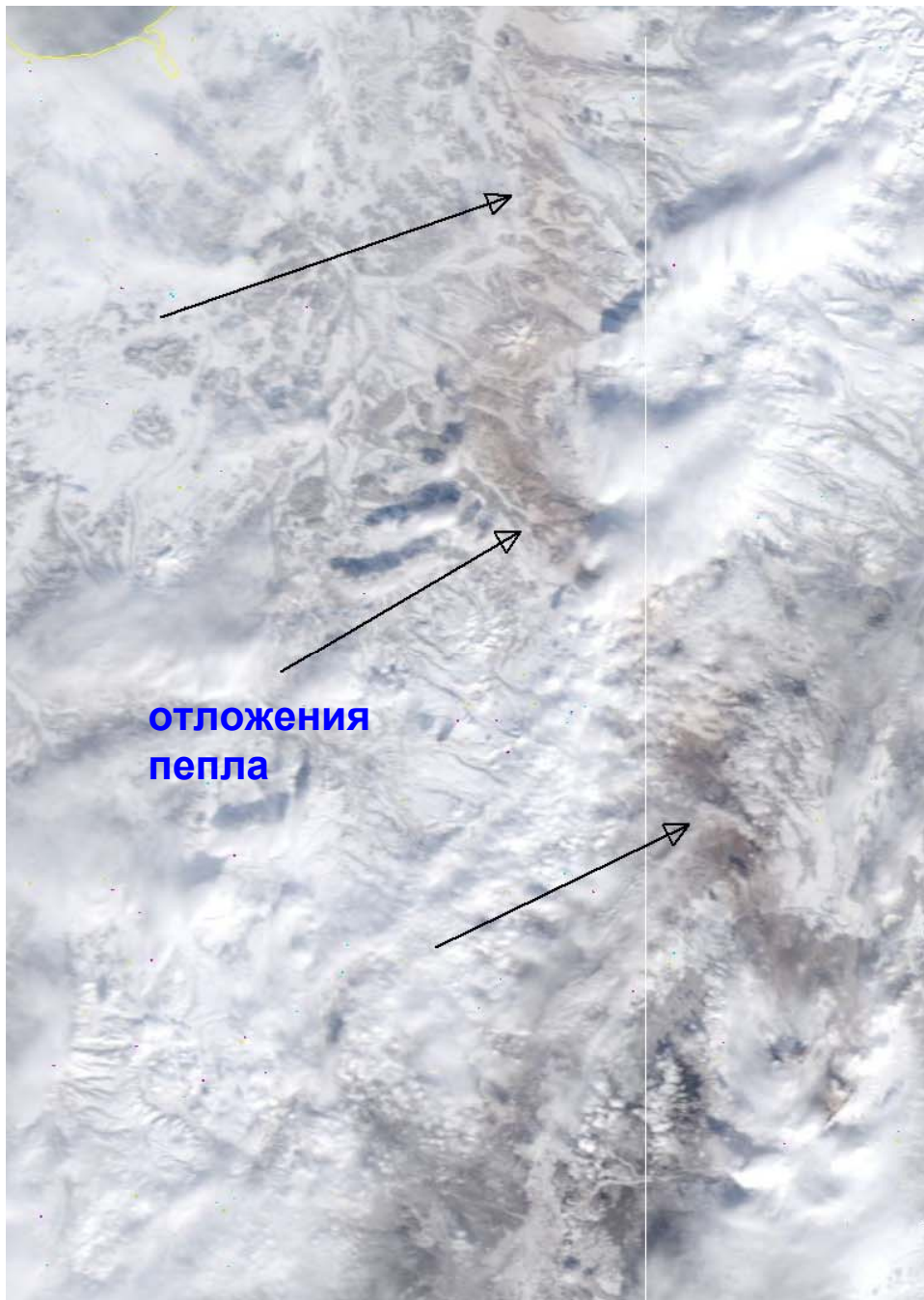
## **Эксплозивное извержение 09 марта 2017 г.**

**9 марта в 01:30 UTC  
в районе  
Безымянного на  
спутниковом снимке  
было отмечено  
первое пепловое  
облако.**

**С 02:54 до 16:00 UTC  
произошло пять  
крупных взрывов  
пепла до 7-8 км н.у.м.  
из Безымянного.**



© KB GS RAS, Bezimyan Volcano 2017-03-09 02:23:00 (GMT)



**отложения  
пепла**



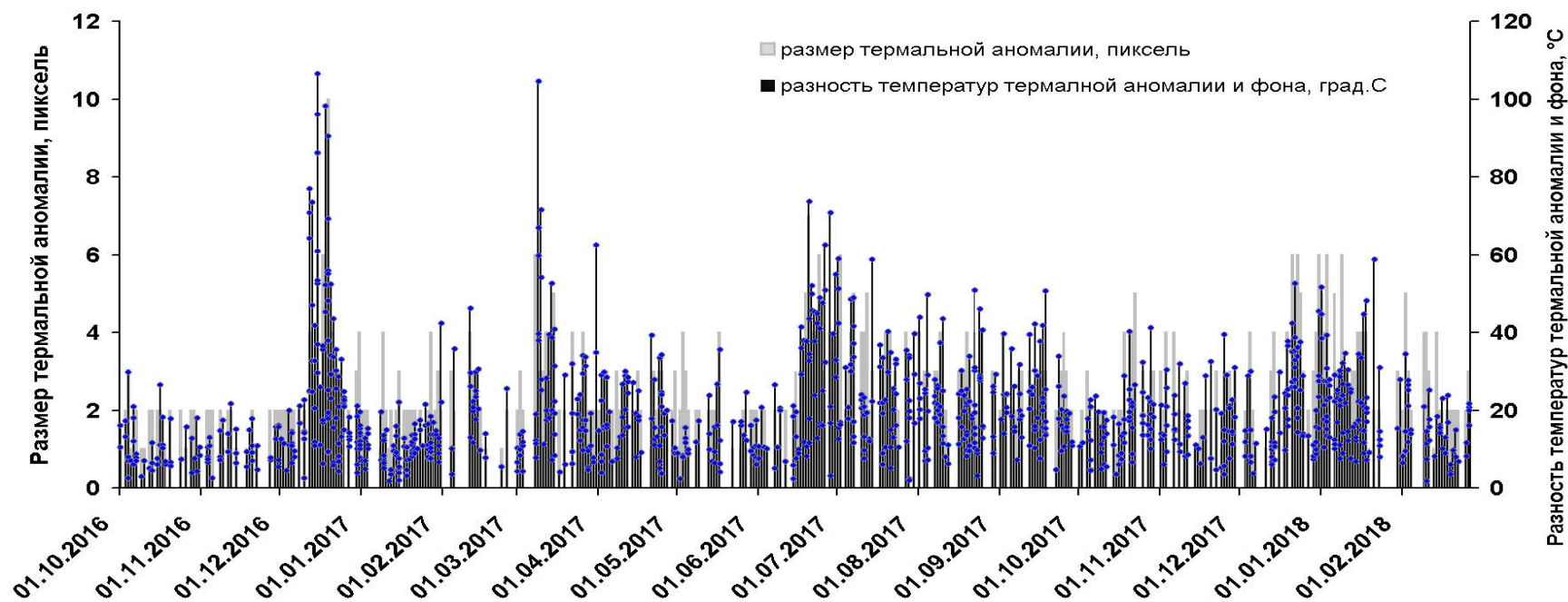
© Ю. Демянчук

**Ось пеплопада между пп.  
Ключи и Майское, ближе к  
Майскому. Ширина  
отложений – около 9 км.**

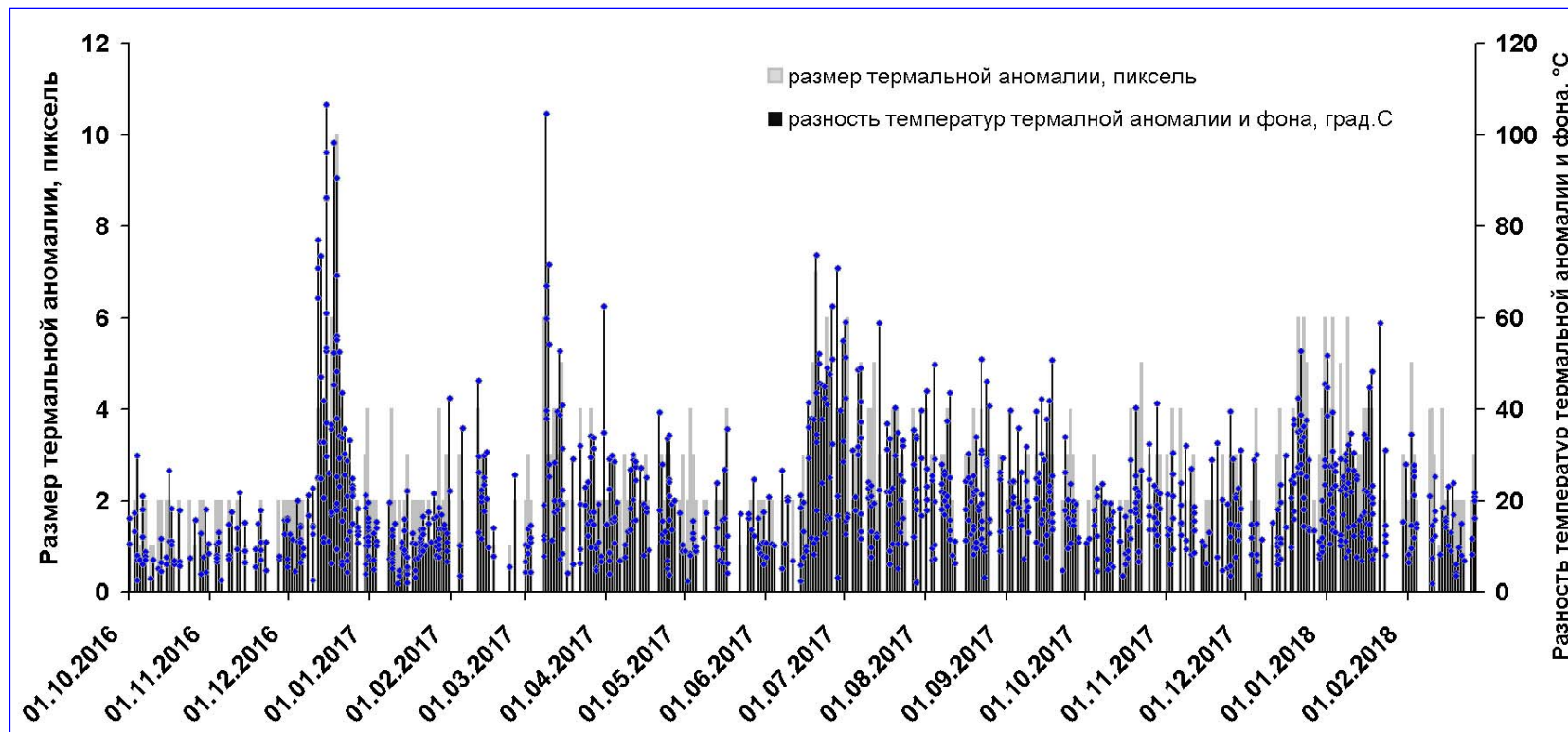
**площадь отложений пепла на суше ~5200 км**



**Сразу после взрывов  
наблюдалась мощная парогазовая  
деятельность вулкана, т.е. на склон  
купола начала выжиматься новая  
порция лавы, что подтверждало  
яркое его свечение ночью, а также  
высокая интенсивность термальной  
аномалии в районе вулкана**





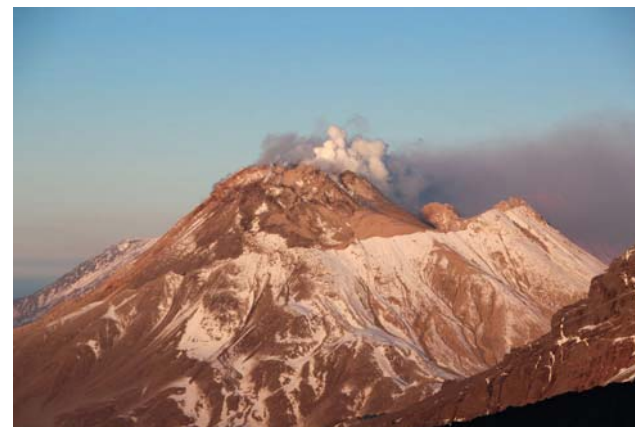


В течение 12-15 июня отмечалось повышение температуры термальной аномалии в районе вулкана, а также рост количества раскаленных лавин и мощности парогазовой деятельности, поэтому 15 июня в 10:50 UTC Авиационный цветовой код вулкана был изменен с Желтого на Оранжевый, на сайте KVERT было опубликовано предупреждение о возможном скором его пароксизмальном извержении с выбросом пепла до 10-15 км н.у.м. (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2017-136>).

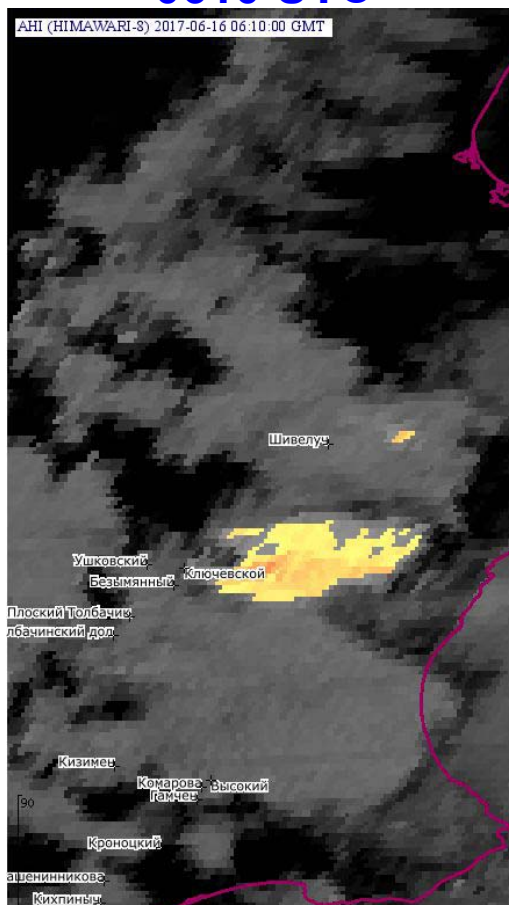
# Эксплозивное извержение 16 июня 2017 г.

с выносом пепла до 12 км н.у.м.  
начало в 04:53 UTC

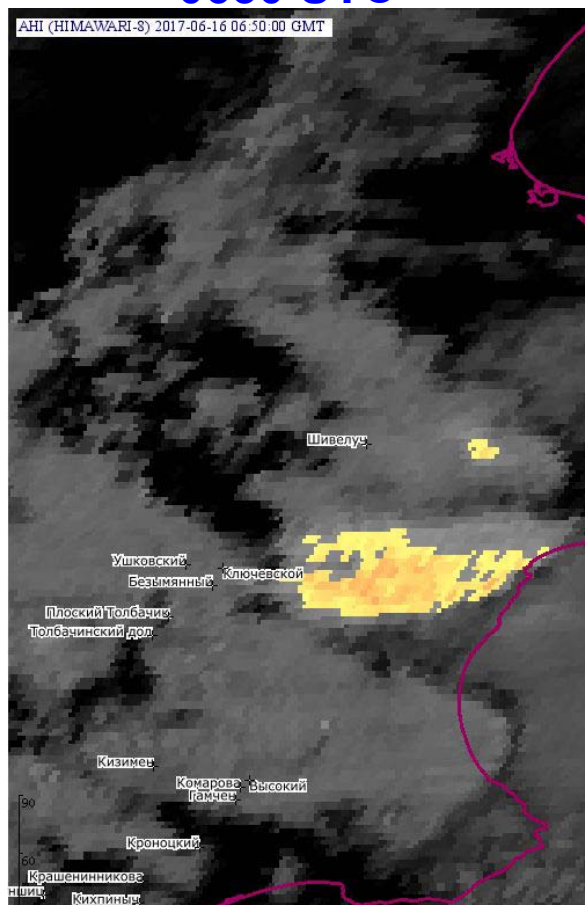
*предупреждение KVERT об опасности  
было опубликовано за 6 ч до события*



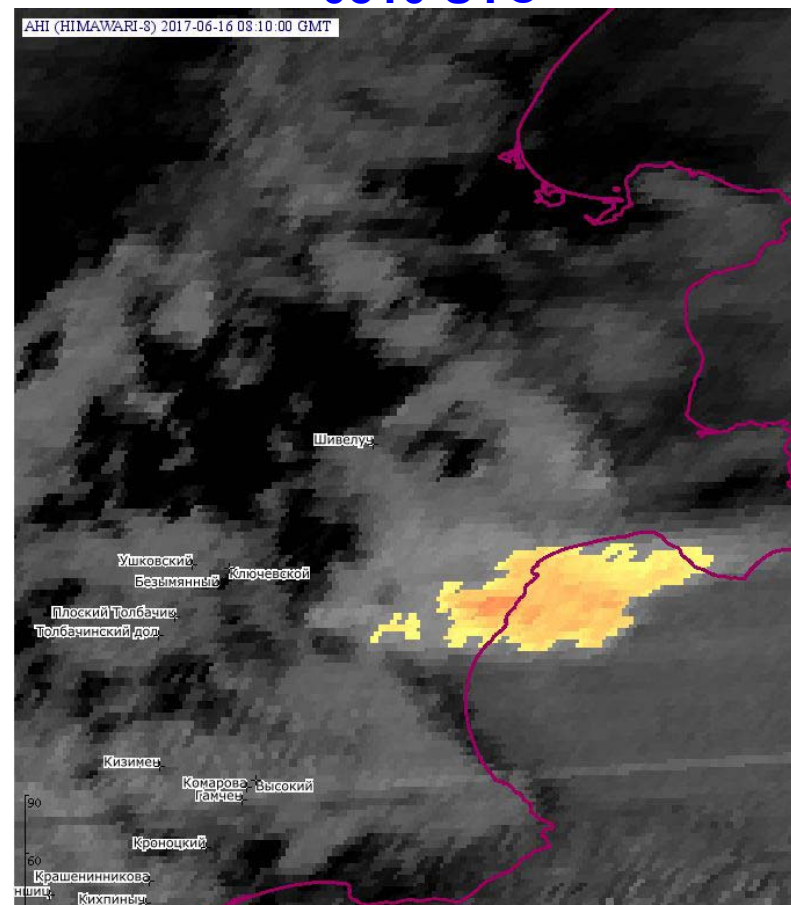
0610 UTC



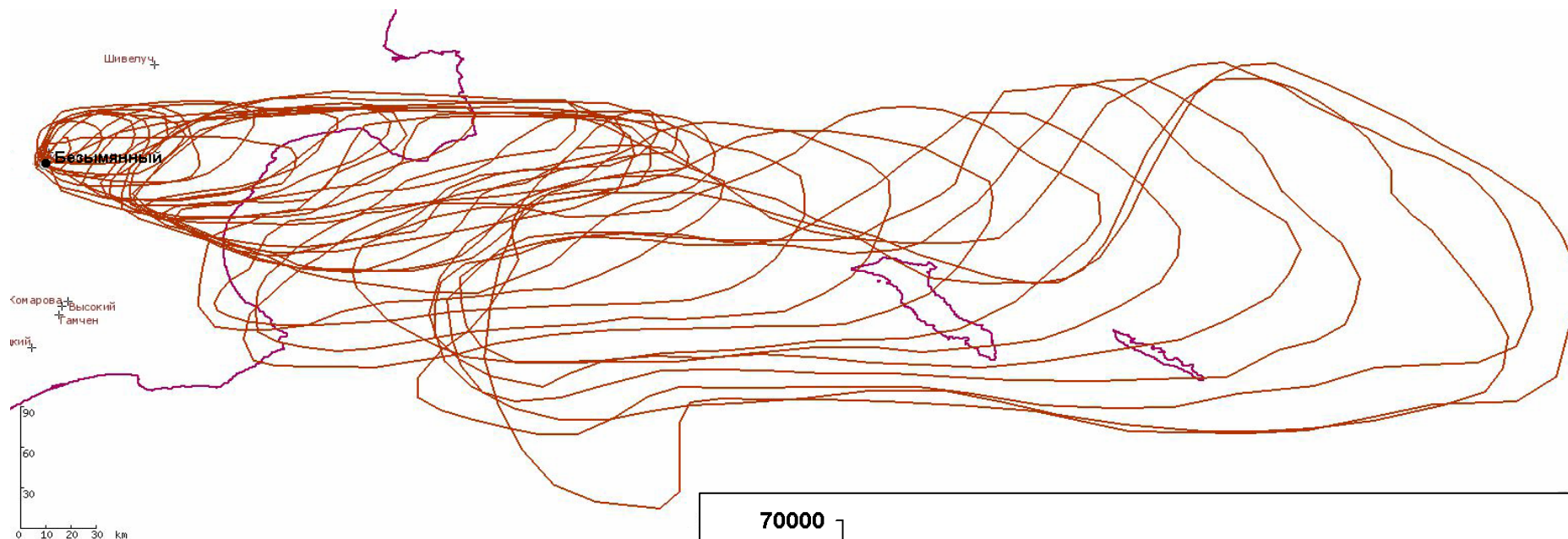
0650 UTC



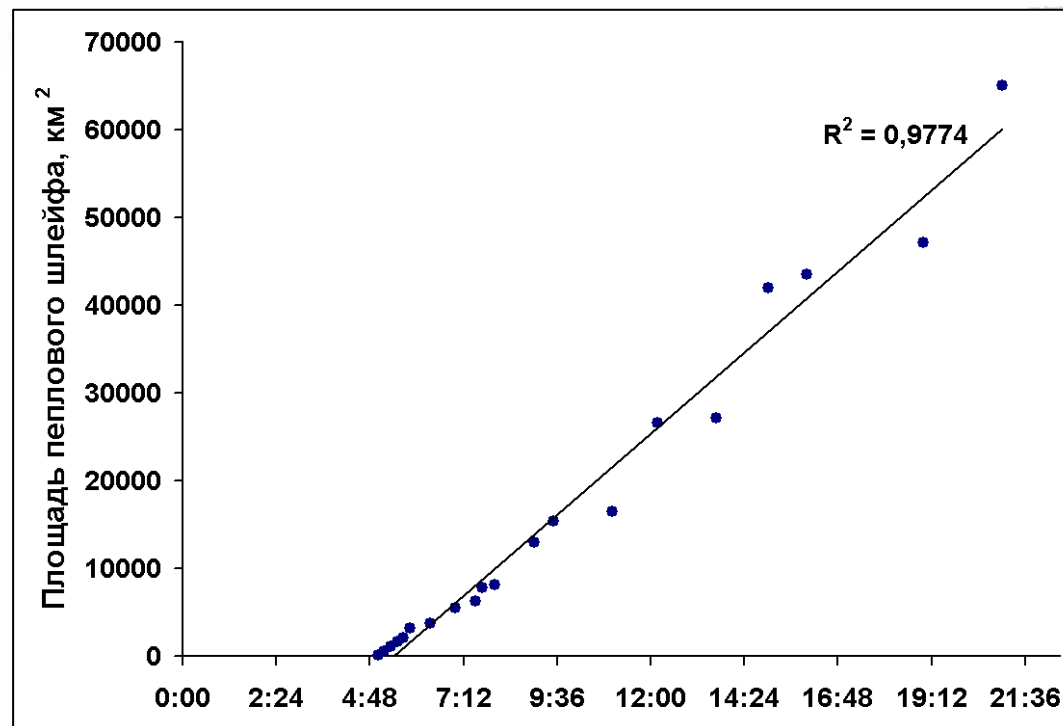
0810 UTC

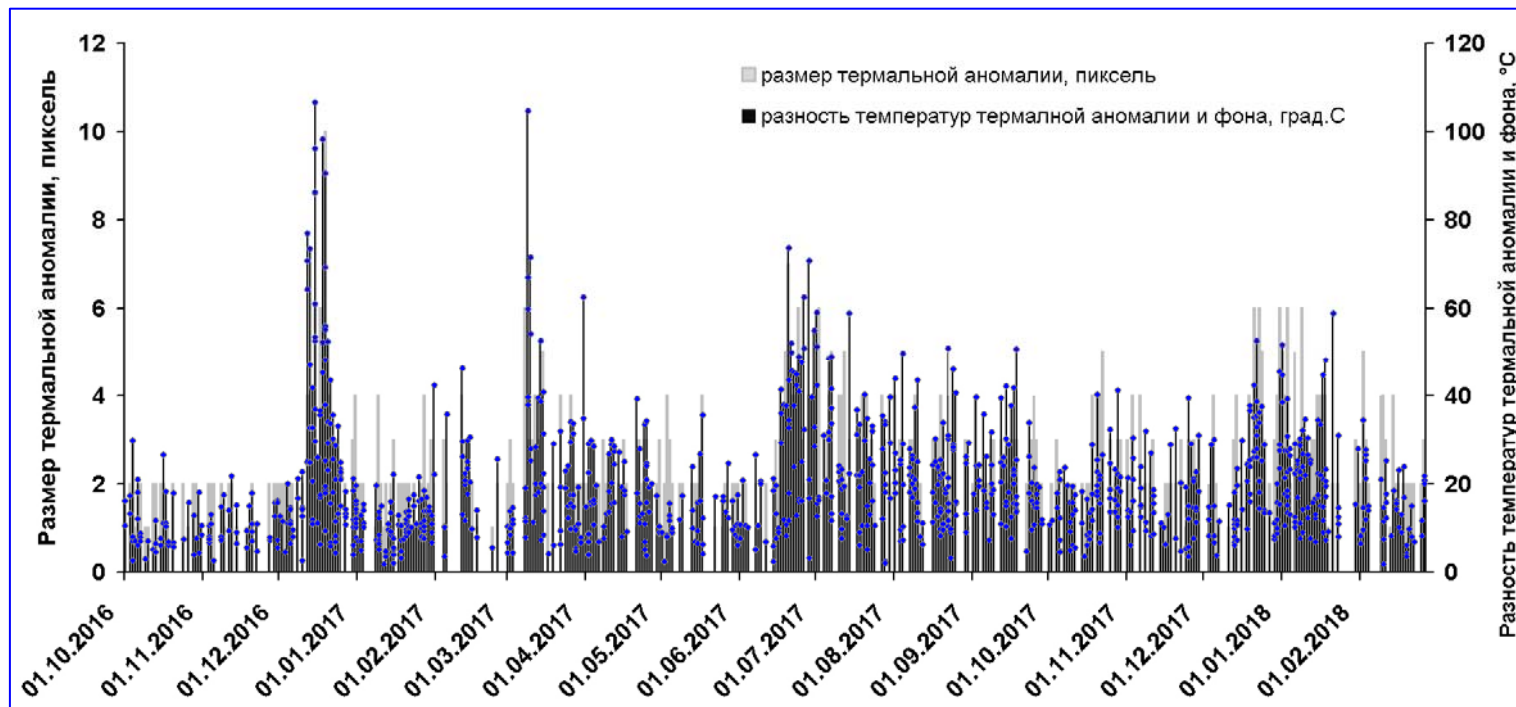


## Безымянный, извержение 16.06.2017. с 04:53 до 21:20 GMT



**Площадь пеплового облака с 05:00 до 21:00 UTC 16 июня увеличилась со 103 до 65 065 км<sup>2</sup>**





В июле-сентябре 2017 г. в районе вулкана ночью постоянно отмечалось свечение, на спутниковых снимках - яркая термальная аномалия, т.е. наблюдалось выжимание лавового потока на северо-западный склон купола. Опасность взрывных событий сохранялась, поэтому Авиационный цветовой код вулкана был **Оранжевый**. С конца сентября температура аномалии начала постепенно снижаться, и 5 октября Авиационный цветовой код вулкана был изменен на **Желтый** (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2017-243>).

С 14 декабря начали регистрироваться постепенное повышение температуры аномалии в районе вулкана, относительно мощная его парогазовая активность, а также свечение вершины лавового купола в ночное время.

**18 декабря** Авиационный цветовой код вулкана был изменен на **Оранжевый** (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2017-263>), было указано, что отмечаются раскаленные лавины на юго-восточном склоне купола, что сильное эксплозивное извержение с выносом пепла до 15 км н.у.м. возможно в любое время.

В связи с дальнейшим повышением температуры аномалии и ростом интенсивности парогазовой активности вулкана, **20 декабря в 03:06 UTC** было опубликовано предупреждение **KVERT** (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2017-266>) о том, что эксплозивное извержение вулкана с выносом пепла до 15 км н.у.м. возможно в ближайшие часы.

# Эксплозивное извержение 20 декабря 2017 г.

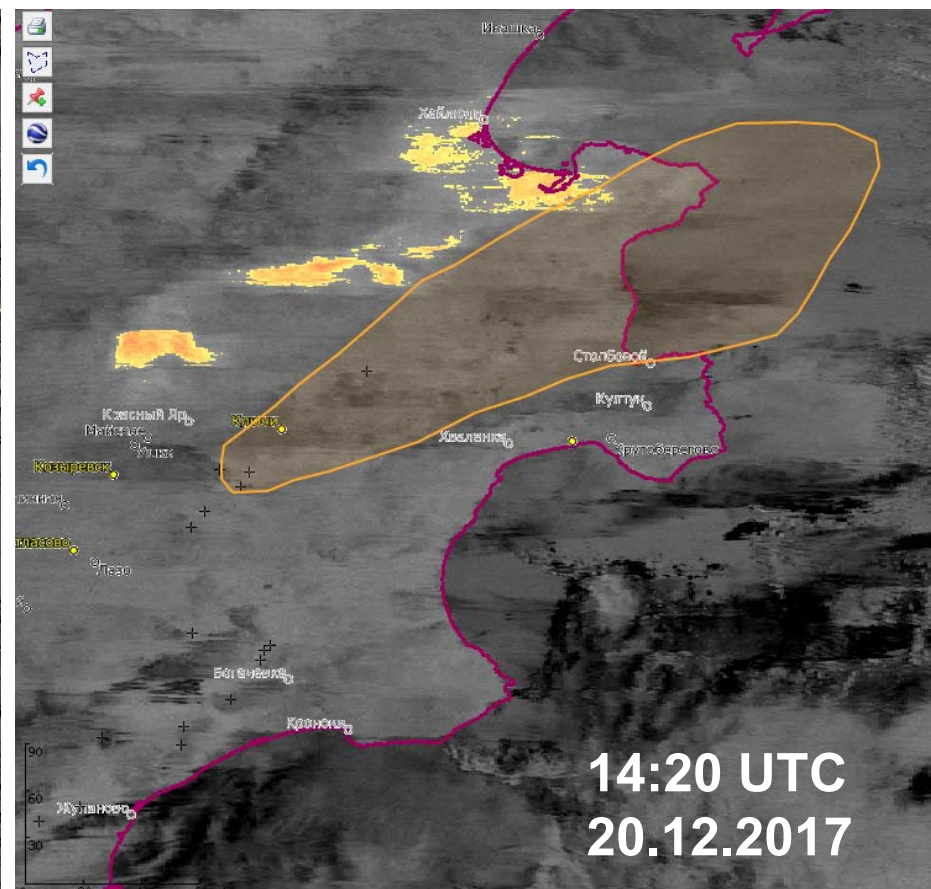
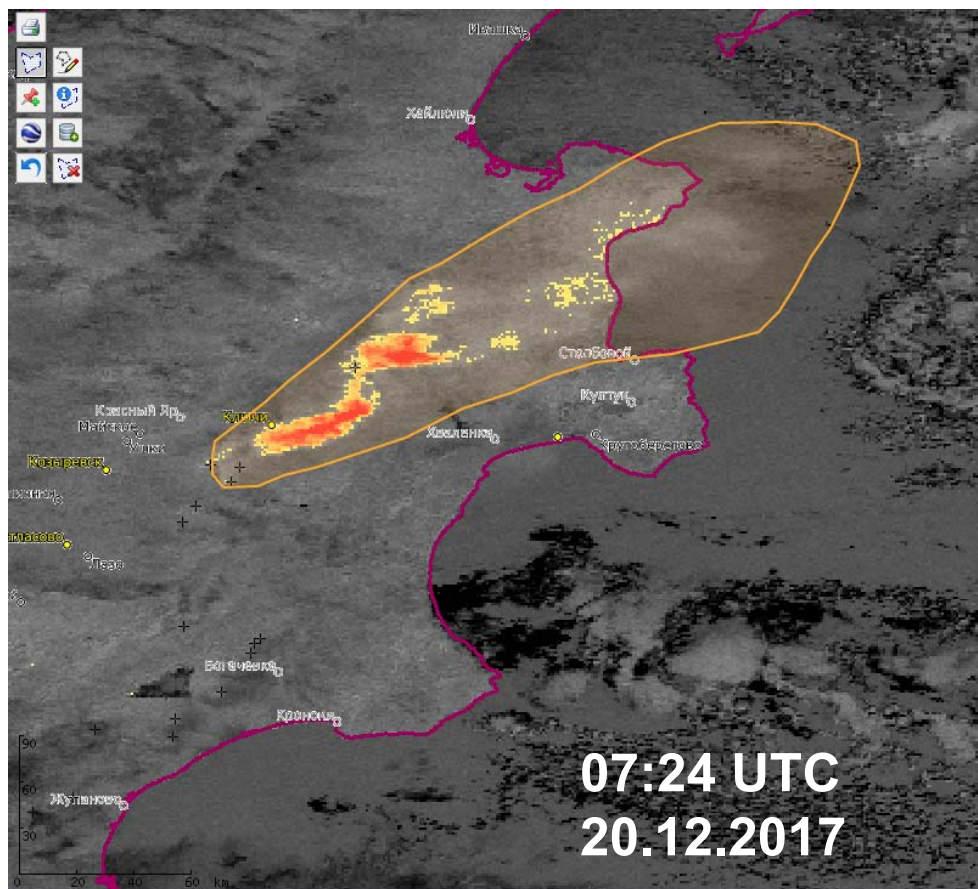
**влк. Безымянный**  
**вынос пепла до 15 км н.у.м.**  
**начало в 03:40 UTC**

*предупреждение KVERT об опасности  
было опубликовано за 34 мин до события*



© КФ ГС РАН

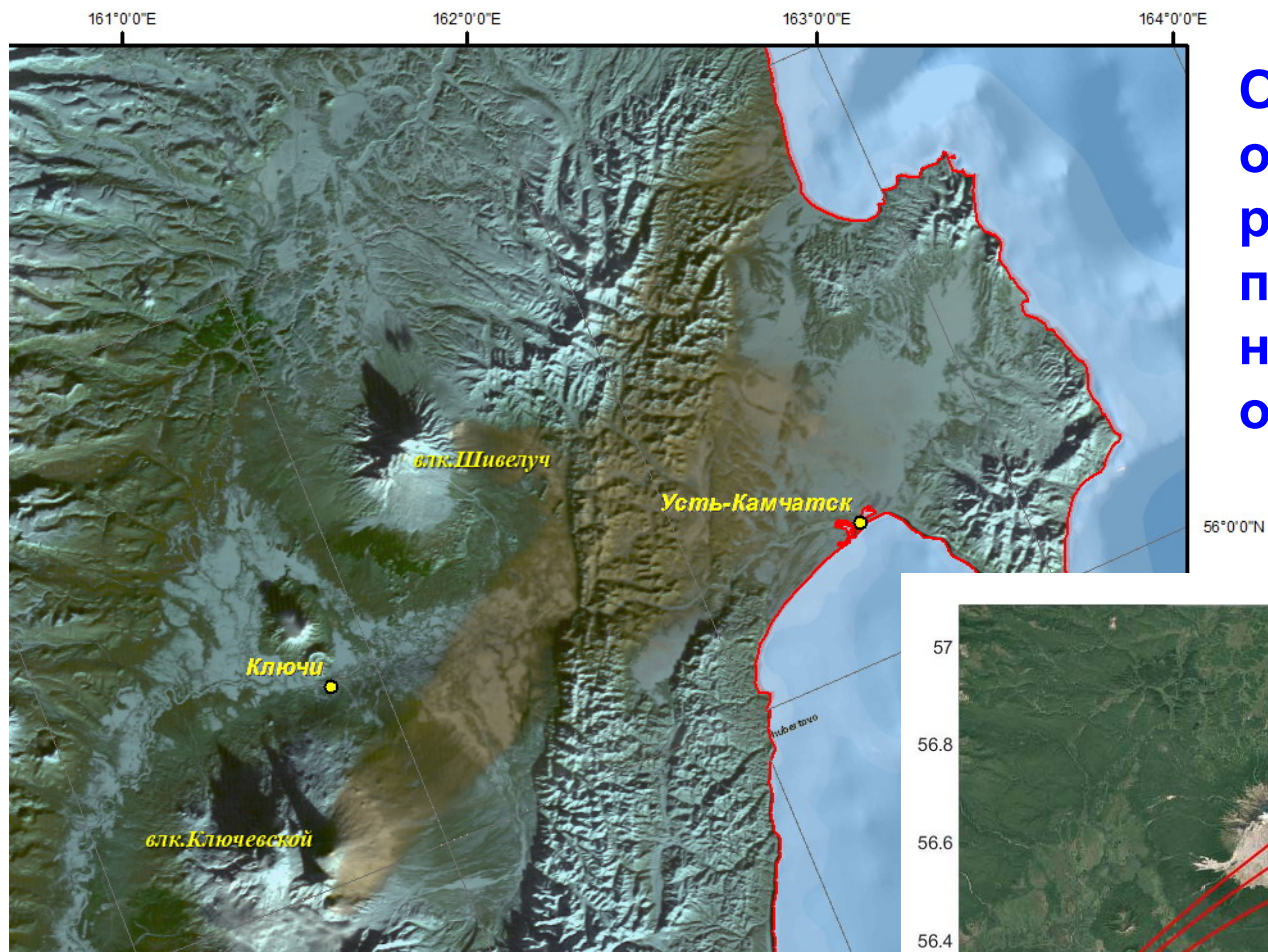
© КФ ГС РАН, Вакантный номер 2017-12-20 03:59:17 (GMT)



**Зона распространения пеплового шлейфа от влк. Безымянный в 07:24 UTC 20 декабря 2017 г. (NOAA 18, красным цветом показана наибольшая концентрация пепла). Протяженность пеплового облака 320 км, наибольшая его ширина в головной части – 122 км, площадь – 22 295 кв.км.**

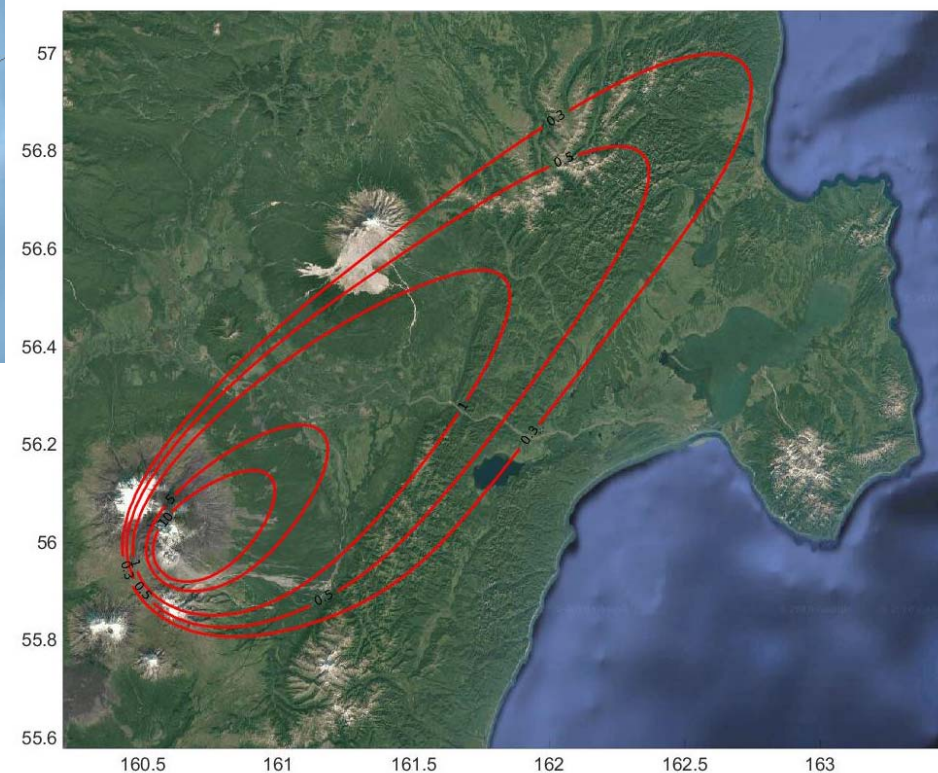
**Смещение пеплового шлейфа всей полосой на северо-запад по состоянию на 14:20 UTC 20 декабря 2017 г. (NPP) относительно состояния в 07:24 UTC 20 декабря 2017 г. (NOAA 18).**

**Данные KVERT из ИС VoISatView**



**Отложения тефры,  
образованные при  
распространении  
пеплового шлейфа  
на северо-восток  
от вулкана**

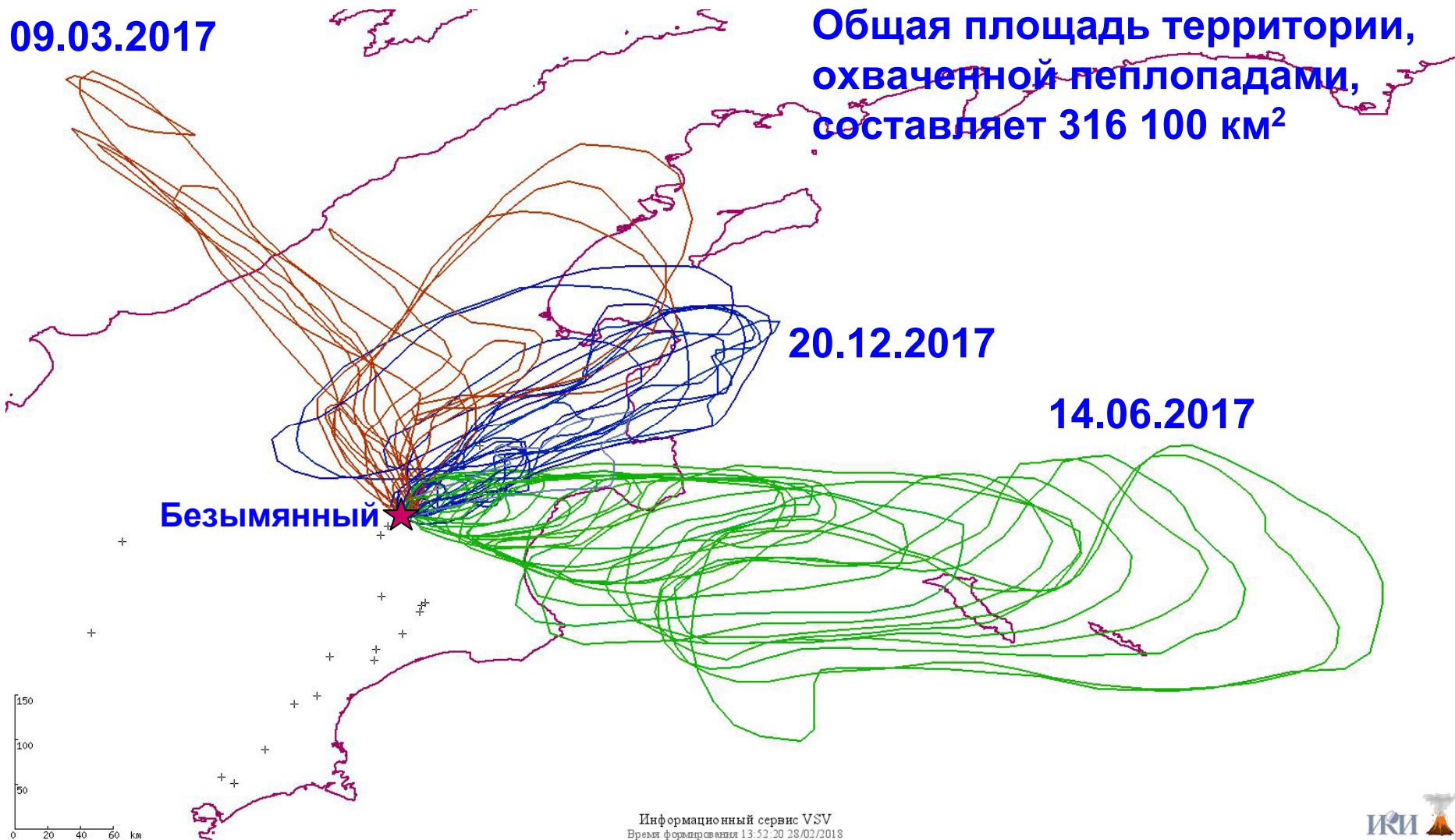
**Результаты моделирования  
распределения отложений  
пепла во время извержения  
влк. Безымянный 20.12.2017.**





09.03.2017

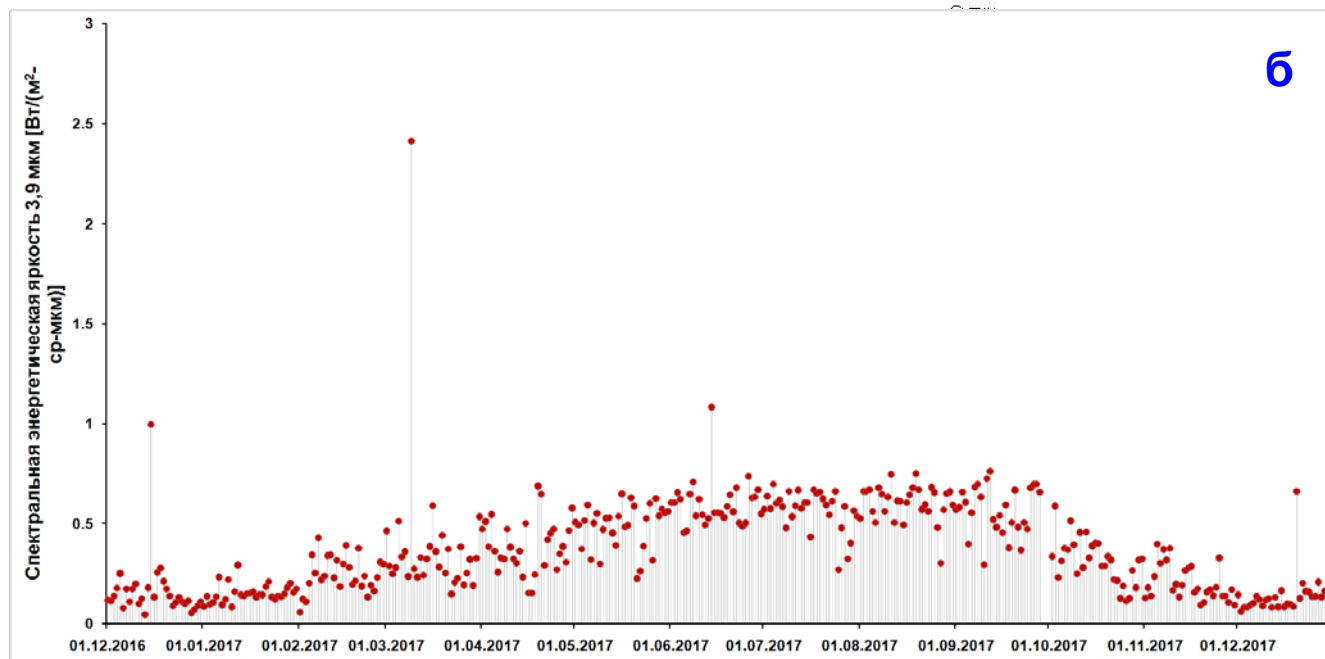
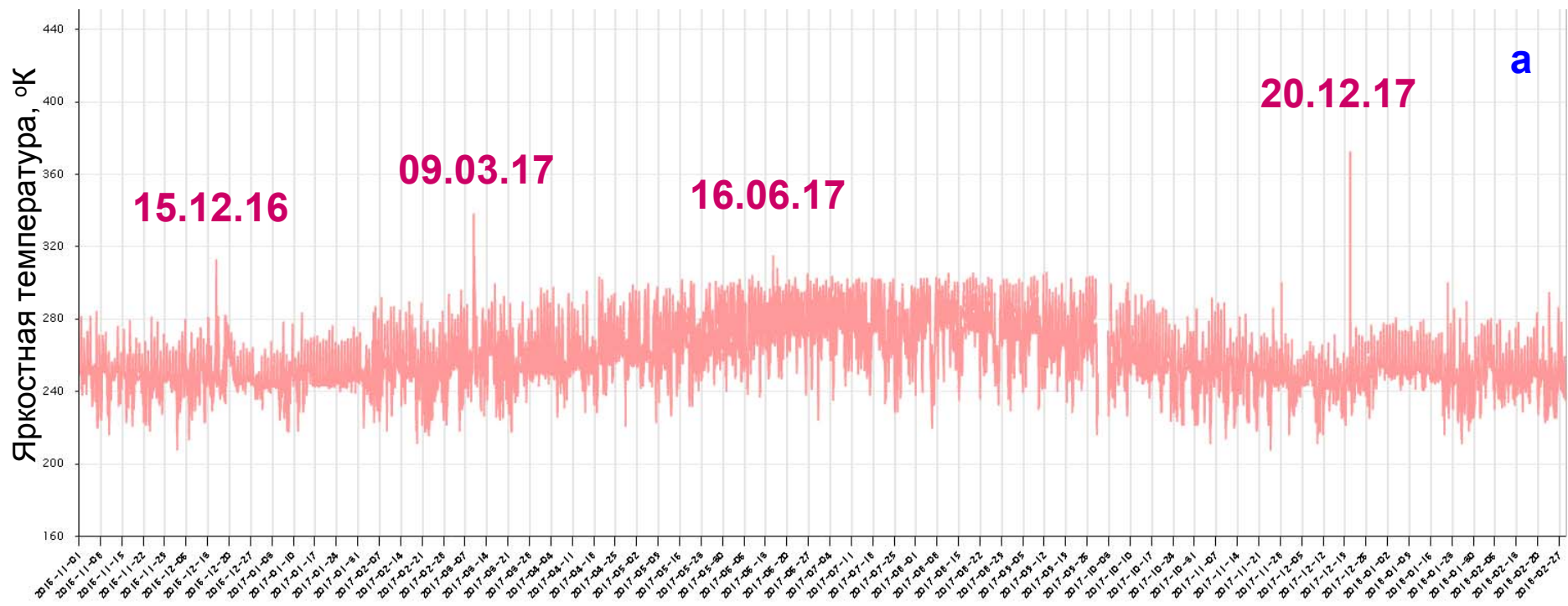
Общая площадь территории,  
охваченной пеплопадами,  
составляет 316 100 км<sup>2</sup>



Информационный сервис VSV  
Время формирования 13:52:20 28/02/2018



**Распространение пепловых шлейфов при извержениях  
влк. Безымянный в 2017 г. по данным из ИС VolSatView**



**Изменение характеристик термальной аномалии влк. Безымянный в течение 2016-2017 гг. по Нітаварі-8 (7 канал, 3,9 мкм): а) яркостной температуры, б) спектральной энергетической яркости**

**Из ИС VolsatView**

## **Выводы**

**Активность влк. Безымянный после покоя в течение 2012-2016 гг. началась с выжимания экструзивного тела в кратере лавового купола и продолжилась выжиманием лавовых потоков.**

**Второе эксплозивное извержение (пепел до 7-8 км н.у.м.) произошло спустя 94 дня после возобновления деятельности вулкана, третье (до 12 км н.у.м.) – через 99 дней после второго, четвертое (до 15 км н.у.м.) – через 188 дней после третьего.**

**Эксплозивные извержения вулкана в течение 5,2 - 6,3 ч, чередовались с эффузивными, продолжавшимися несколько месяцев.**

**Три первых эксплозивных извержения происходили на фоне выжимания лавовых потоков, четвертое – на фоне снижения эффузивной деятельности.**

**Второе извержение по силе было слабее, чем два следующих.**

**Из всех извержений только 20 декабря явно наблюдалось формирование отложений пирокластических и грязевых потоков. По спутниковым данным из ИС VolSatView, длина пирокластических потоков в долине Восточной составила 5 км, в долине р. Сухая Хапица – 6 км, грязевых потоков - до 18 км.**



**Спасибо за внимание!**

**Работа выполнена при поддержке проекта РФФ (№ 16-17-00042)**