

**30 лет Камчатской группе реагирования на вулканические извержения (KVERT)**  
**Гирина О.А., Гордеев Е.И., Озеров А.Ю., Маневич А.Г., Мельников Д.В., Романова И.М., Нуждаев А.А.**

**30 years of Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team**  
**Girina O.A., Gordeev E.I., Ozerov A.Yu., Manevich A.G., Melnikov D.V., Romanova I.M., Nuzhdaev A.A.**

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

В работе описана деятельность Камчатской группы реагирования на вулканические извержения (KVERT) в течение 30 лет: предпосылки ее создания и этапы развития.

### **Введение**

Мощные эксплозивные извержения с крупными объемами вулканического пепла представляют большую опасность для современной реактивной авиации [1, 2, 5-7]. Высокая интенсивность воздушного движения в северной части Тихого океана увеличивает риск встречи с облаками вулканического пепла, что может привести к повреждениям систем самолета. Во избежание авиакатастроф, связанных с вулканическим пеплом, в 1993 г. Международная организация гражданской авиации (ICAO – International Civil Aviation Organization) создала структуру для наблюдения за вулканами на международных авиатрассах (IAVW – International Airways Volcano Watch), а также девять Консультативных центров по вулканическому пеплу (VAAC – Volcano Ash Advisory Centres) для наблюдений за извержениями вулканов и предоставления информации о местонахождении и перемещении облаков вулканического пепла, а также прогнозов извержений для районов их ответственности. Вулканы, расположенные на полуострове Камчатка и Курильских островах, находятся в зоне ответственности Токио VAAC, организованного в 1997 г. [5].

Камчатская группа реагирования на вулканические извержения (KVERT – Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team, <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert>) была создана в марте 1993 г. на базе Института вулканической геологии и геохимии (ИВГиГ) ДВО РАН в сотрудничестве с Аляскинской вулканологической обсерваторией (АВО) Геологической службы (ГС) США (<http://www.avo.alaska.edu>) и Камчатским филиалом Геофизической службы (КФ ГС) РАН (<http://www.emsd.ru>), а также благодаря усилиям ГС США и Геофизического института Университета Аляски в г. Фэрбенкс, США [1, 2, 5-7]. Создателями KVERT являются Т. Миллер (АВО) и В. Кирьянов (ИВГиГ ДВО РАН, руководитель группы с 1993 г. по август 2002 г.). С сентября 2002 г. руководит KVERT О. Гирина. С 2004 г. как часть Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН, а с 2010 г. как Вулканологическая Обсерватория Российской Федерации (РФ) ИВиС ДВО РАН, KVERT обеспечивает информацией о вулканической деятельности на Дальнем Востоке международное аэронавигационное сообщество пользователей воздушного транспорта. KVERT предоставляет оперативную информацию об извержениях вулканов Камчатки и Курильских островов и их прогнозах Метеоцентрам аэропортов гг. Елизово и Магадан, Росавиации, Росгидромет РФ, МЧС РФ, а также Токио, Анкоридж, Вашингтон, Монреаль, Дарвин и Париж VAACs [1, 5]. Целью KVERT является снижение риска столкновения воздушных судов с облаками вулканического пепла в северной части Тихоокеанского региона благодаря своевременному обнаружению извержений вулканов, отслеживанию облаков пепла, прогнозированию и оперативному уведомлению авиакомпаний, органов гражданской авиации и других лиц о вулканической опасности [1, 2, 5, 7]. Комплексный анализ опубликованных данных о деятельности вулканов Камчатки и Курильских островов и данных 30-летнего непрерывного мониторинга этих вулканов позволяет ученым KVERT давать своевременную экспертную оценку опасности вулканов для авиации.

### **Этапы развития KVERT**

С 1993 г. по 2005 г. АВО выступала посредником между KVERT и авиакомпаниями Тихоокеанского региона, передавая им информацию об извержениях камчатских вулканов.

В 1994 г. KVERT официально зарегистрирован в ICAO в качестве представителя России по оповещению авиационных и метеорологических служб мира о вулканической опасности для авиации (письмо ICAO № 29848 от 12.10.1994) [1, 2, 7].

С 10 июня 1998 г. по настоящее время (наст. вр.) KVERT еженедельно выпускает бюллетень «Заключение о вулканической опасности Камчатки и Курильских островов для авиации». До 31 марта 2017 г. бюллетень передавался в Камчатский филиал Российского экспертного совета по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска (КФ РЭС). С 2012 г. по наст. вр. бюллетень публикуется на сайте KVERT ИВиС ДВО РАН (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/progn>). С 2020 г. прогноз активности вулканов Камчатки передается еженедельно в Общий совет ИВиС ДВО РАН по прогнозу землетрясений и извержений вулканов.

С 1998 г. по 17 мая 2013 г. из АВО в KVERT два раза в сутки поступали информационные бюллетени о камчатских вулканах, основанные на результатах обработки всех возможных спутниковых данных.

В 2000 г. в соответствии с рекомендациями KVERT, в КФ ГС РАН была создана ежедневно обновляемая страница в Интернете с данными сейсмического и визуального мониторинга вулканов Камчатки (<http://www.emsd.ru/~ssl/monitoring/>) [2].

В 2000-2003 гг. в рамках KVERT при непосредственном участии АВО была обеспечена установка в КФ ГС РАН первых цифровых видеокамер для наблюдения за вулканами: Ключевской (2000 г.), Шивелуч (2002 г.) и Безымянный (2003 г.) [1].

С 2002 г. KVERT осуществляет спутниковый мониторинг вулканов Камчатки и Северных Курил, с 2019 г. – Камчатки и Курильских островов.

В феврале 2003 г. KVERT за работу над программой «Обеспечение безопасности авиаполетов при извержениях вулканов» была вручена золотая медаль на III Московском международном салоне инноваций и инвестиций.

В апреле 2003 г. KVERT провел международное совещание «Мониторинг вулканической активности Курило-Камчатского региона: прошлое, настоящее и будущее», приуроченное к 10-летию KVERT. Делегирование KVERT ответственности по обеспечению безопасности авиаполетов в зоне островов Атласова и Парамушир Северных Курил было решением этого совещания.

С 9 мая 2004 г. по наст. вр. KVERT и Токио VAAC обмениваются оперативной информацией об извержениях вулканов Камчатки, Курильских и Японских островов.

В 2004 г. на сайте KVERT ИВиС ДВО РАН (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert>) размещен каталог активных вулканов Камчатки и Северных Курил (в 2019 г. – всех активных вулканов Курильских островов), включающий описания вулканов, даты их извержений (с 1667 г.) и оценку опасности для авиации.

С января 2005 г. ученые KVERT семь дней в неделю анализируют данные мониторинга действующих вулканов Камчатки и Курильских островов: сейсмического (на Камчатке его осуществляет КФ ГС РАН), видео-визуального (22 видеокамеры) и спутникового; информацию из различных источников: от сотрудников метеостанций, МЧС, а также пилотов, туристов, альпинистов и др. При обнаружении пеплового шлейфа в районе конкретного активного вулкана, а также регистрации подготовки или начала сильных эксплозивных извержений, представляющих реальную опасность для авиаполетов в этом районе, в оперативном режиме выпускается на английском языке сообщение KVERT (с 2005 по 2010 гг. KVERT Information Release и с 2010 г. по наст. вр. VONA – Volcano Observatory Notice for Aviation).

С 6 мая 2005 г. KVERT без посредничества АВО осуществляет рассылку информационных сообщений (Weekly и Daily KVERT Information Releases, VONA

и др.) о состоянии и прогнозе опасности вулканов Камчатки и Курильских островов в авиационные, метеорологические, научные организации Тихоокеанского региона.

С 2009 г. KVERT применяет Авиационные цветовые коды, рекомендованные ICAO (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/color>).

В 2011 г. создана информационная система (ИС) KVERT: теперь все сообщения VONA/KVERT Releases в автоматизированном режиме одновременно отправляются пользователям по электронной почте, размещаются в базе данных и на сайте KVERT ИВиС ДВО РАН [1] (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van>).

В 2011-2012 гг. совместно с сотрудниками Института космических исследований (ИКИ) РАН, ИВиС ДВО РАН, Вычислительного центра (ВЦ) ДВО РАН и Дальневосточного Научно-исследовательского центра (НИЦ) «Планета» была создана ИС «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» (VolSatView), предназначенная для комплексного оперативного и ретроспективного анализа активности вулканов по спутниковым данным [1, 4].

В 2013-2019 гг. KVERT участвовал в организованных ICAO и ФГУП Госкорпорацией по ОрВД учениях по взаимодействию метеорологических и авиационных служб Дальневосточного региона России при объявлении учеными KVERT опасности распространения пепловых шлейфов во время извержений вулканов Камчатки и Курильских островов.

В 2014-2015 гг. совместно с учеными KVERT в ВЦ ДВО РАН создана подсистема в составе АИС «Сигнал», использующая модель PuffUAF, метеоданные NOAA и разработанные учеными ВЦ ДВО РАН программные средства, с помощью которой выполняется моделирование распространения пепловых облаков и шлейфов при извержениях вулканов Камчатки и Курильских островов [1, 3]. С 2016 г. анимированные результаты моделирования траекторий распространения пепловых шлейфов, основанные на данных VONA/KVERT, размещаемые на фоне схемы авиатрасс в районе северо-западной части Тихого океана, автоматически в течение 10-15 мин публикуются на сайте KVERT.

Продолжается развитие ИС VolSatView, которая сегодня работает на базе ресурсов Дальневосточного НИЦ «Планета», Центра коллективного пользования (ЦКП) «ИКИ-Мониторинг» (при поддержке Минобрнауки РФ, ИКИ РАН, тема «Мониторинг», госрегистрация № 122042500031-8) (<https://doi.org/10.3103/S1068373914120103>, <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170>) и ЦКП «Центр данных ДВО РАН» (ВЦ ДВО РАН) (<https://doi.org/10.3103/S0147688217040153>).

ИС VolSatView, объединяя широкий спектр данных различных спутниковых систем, поступающих из разных источников, позволяет непосредственно в веб-интерфейсе совместно обрабатывать оперативную и ретроспективную спутниковую информацию с помощью созданных специальных инструментов, сопоставлять ее с видеoinформацией, выполнять моделирование распространения пепловых шлейфов, классифицировать различные вулканогенные объекты и т.д. [1, 4]. В настоящее время для мониторинга вулканов Камчатки и Курильских островов в ИС VolSatView имеются оперативно обновляемые данные среднего и низкого разрешения спутниковых систем: NOAA-18/19, Terra и Aqua, Suomi NPP и JPSS-1, Метеор-М № 2, Himawari-8/9 [1, 4]. Сбор данных о пепловых шлейфах, появляющихся во время эксплозивных извержений вулканов, и о термальных аномалиях в их районах, а также обработка информации выполняются в ИС KVERT [1]. На 1 февраля 2023 г. база данных KVERT содержит 105936 записей.

### **Заключение**

На Камчатке и Курильских островах расположены 68 действующих вулканов, ежегодно здесь наблюдаются эксплозивные извержения до 8 вулканов. Например, на Камчатке в XX веке произошло более 100 извержений 14-ти вулканов (Шивелуч,

Ключевской, Безымянный, Толбачик, Кизимен, Карымский, Жупановский, Авачинский, Корякский, Горелый, Мутновский, Ксудач, Желтовский, Ильинский), в XXI веке (за 22 г.) зарегистрировано 74 извержения 12-ти вулканов (Шивелуч, Ключевской, Безымянный, Толбачик, Кизимен, Карымский, Жупановский, Авачинский, Корякский, Горелый, Мутновский, Камбальный) (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert>). Кроме этого, ежегодно происходит от 25 до 1000 сильных эксплозивных событий на вулканах, при которых пеплы поднимаются до 10-15 км над уровнем моря. Все извержения и эксплозивные события вулканов Камчатки, начиная с марта 1993 г., были отслежены и задокументированы учеными KVERT. Например, в течение 2012-2022 гг. общая площадь пеплопадов в районе Камчатки составляет около 4.4 млн км<sup>2</sup>.

С января 2005 г. по наст. вр. было разослано пользователям и опубликовано на сайте KVERT ИВиС ДВО РАН более 10.5 тыс. сообщений KVERT (VONA, KVERT Information Releases, KVERT Operative Report, Прогноз для авиации опасности вулканов, Заключение о вулканической опасности для авиации).

За 30 лет в рамках KVERT было опубликовано более 190 научных работ об активности вулканов Камчатки и Курил (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/publications>).

Благодаря комплексному мониторингу вулкана Безымянный в период с 2001 по 2022 гг., учеными KVERT было предсказано 16 его пароксизмальных эксплозивных извержений: 16.12.2001, 25.12.2002, 11.01.2005, 09.05.2006, 11.05.2007, 14-15.10.2007, 19.08.2008, 31.05.2010, 08.03.2012, 01.09.2012, 09.03.2017, 16.07.2017, 20.12.2017, 15.03.2019, 14-15.03.2022 и 23-24.10.2022. Предупреждения о сильных эксплозивных извержениях вулкана с оценкой их опасности для авиации были опубликованы на сайте ИВиС ДВО РАН (KVERT, <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/>) за 0.5-19 ч до их начала. Прогнозы оправдались, все необходимые меры для безопасности авиаперевозок были приняты.

### Список литературы

1. *Гирина О.А., Лупян Е.А., Сорокин А.А. и др.* Комплексный мониторинг эксплозивных извержений вулканов Камчатки / Отв. ред. О.А. Гирина. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2018. 192 с.
2. *Кирьянов В.Ю., Чубарова О.С., Гирина О.А. и др.* Группа по обеспечению безопасности полетов от вулканических пеплов (KVERT): 8 лет деятельности // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы / Отв. ред. Б.В. Иванов. Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2001. С. 408-423.
3. *Сорокин А.А., Королев С.П., Гирина О.А. и др.* Интегрированная программная платформа для комплексного анализа распространения пепловых шлейфов при эксплозивных извержениях вулканов Камчатки // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 4. С. 9-19. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2016-13-4-9-19>
4. *Gordeev E.I., Girina O.A., Loupian E.A. et al.* The VolSatView information system for Monitoring the Volcanic Activity in Kamchatka and on the Kuril Islands // Journal Volcanology and Seismology. 2016. V. 10. № 6. P. 382-394. <https://doi.org/10.1134/S074204631606004X>
5. *Igarashi Y., Girina O.A., Osiensky J., Moore D.* International coordination in managing airborne ash hazards: Lessons from the Northern Pacific // Observing the Volcano World. Advances in Volcanology / Eds. C.J. Fearnley et al. Cham: Springer, 2017. P. 529-547. [https://doi.org/10.1007/11157\\_2016\\_45](https://doi.org/10.1007/11157_2016_45)
6. *Miller T.P., Casadevall T.J.* Volcanic ash hazards to aviation // Encyclopedia of Volcanoes. San Diego: Academic Press, 2000. P. 915-930.
7. *Neal Ch., Girina O., Senyukov S. et al.* Russian eruption warning systems for aviation // Natural Hazards. Springer Netherlands. 2009. V. 51. № 2. P. 245-262. <https://doi.org/10.1007/s11069-009-9347-6>