

15 ЛЕТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАМЧАТСКОЙ ГРУППЫ РЕАГИРОВАНИЯ НА ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ

О.А. Гирина

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

Введение

Камчатская группа реагирования на вулканические извержения (Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team - KVERT) была создана в 1993 г. на базе Института вулканической геологии и геохимии (ИВГиГ) ДВО РАН в сотрудничестве с Камчатской опытно-сейсмологической партией Геофизической службы (ГС) РАН (с 2005 г. – Камчатский филиал (КФ) ГС РАН), Аляскинской вулканологической обсерваторией (АВО) и благодаря коллективным усилиям Геологической службы (ГС) США, Геофизического института Университета Аляски в г. Фэрбенкс и Аляскинского отделения Геологической и Геофизической служб (АО ГГС) США [1, 2, 4, 6, 9]. Организация такой группы, которая непрерывно отслеживала бы состояние активных вулканов и предупреждала бы авиационные службы о начале извержений, о вулканической опасности, связанной с распространением пепловых облаков опасных для самолетов, была одним из условий присвоения аэропорту Елизово статуса международного. После объединения ИВГиГ ДВО РАН и Института вулканологии ДВО РАН в 2004 г. группа KVERT находится в составе Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН, сохраняя все обязанности и ответственность по отношению к авиакомпаниям Тихоокеанского региона. В настоящее время KVERT – международный проект ученых из ИВиС ДВО РАН, КФ ГС РАН и АВО ГС США.



Опасность извержений вулканов для авиapolетов

В настоящее время на нашей планете насчитывается более 810 действующих вулканов, две трети из которых расположены в Северном полушарии [1]. Наиболее опасны для населения сильные эксплозивные извержения вулканов - плинианские, при которых в течение нескольких часов или дней в атмосферу и стратосферу выбрасывается до нескольких кубических километров вулканических пеплов и аэрозолей. Вулканический пепел – чрезвычайно абразивный, так как состоит из мелких и тонких остроугольных обломков пород и вулканического стекла. Благодаря высокой удельной поверхности частицы пепла способны удерживать электростатический заряд и абсорбировать капельки воды и коррозионных кислот. Облака, состоящие из тончайших частиц пепла, по сути, являются аэрозольными. Пепловые шлейфы и облака, в зависимости от мощности извержения, силы и скорости ветра, могут перемещаться на тысячи километров от вулкана в течение многих дней, оставаясь опасными для самолетов, так как температура плавления мельчайших частиц пепла ниже рабочей температуры их реактивных двигателей при обычных скорости и высоте полета [1, 3, 5, 6, 8-10].

При попадании самолета в облака вулканических пеплов или аэрозолей могут происходить следующие его повреждения: абразивное истирание оконных стекол и аэродинамических поверхностей; засорение вентиляционной и топливной систем, приемников воздушного давления; эрозия движущихся частей (компрессора, лопастей турбин); засорение области двигателя пепловыми частицами, их плавление, налипание

на лопатки турбин и затвердевание на них, что может привести к остановке двигателя; закупорка систем охлаждения; засорение и перегрев электроники и т.д. [1, 10].

На Камчатке расположено 30 действующих и потенциально активных вулканов, ежегодно на полуострове происходят эксплозивные извержения 2–5 вулканов: <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/current/index.php>. Четыре вулкана находятся в состоянии почти непрерывных слабых извержений, на фоне которых происходят кульминационные сильные эксплозивные события: Ключевской активен на протяжении нескольких сотен лет; Молодой Шивелуч – с августа 1980 г., со времени начала роста лавового купола в эксплозивном кратере, образовавшемся при катастрофическом извержении 12 ноября 1964 г.; Безымянный – с 22 октября 1955 г., с момента пробуждения после тысячелетнего молчания; Карымский – с 1 января 1996 г. Кроме этого, время от времени активизируются вулканы Авачинский, Мутновский, Горелый и др.: <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/volcanoes/index.html>.

При сильных (не катастрофических) эксплозивных извержениях камчатских вулканов пеплы поднимаются на высоту более 8–15 км над уровнем моря. Это обуславливает высокую опасность их пепловых извержений не только для местных, но и международных авиатрасс, тем более, что расположены они достаточно близко к полуострову, а несколько из них проходят непосредственно над Камчаткой. Каждый день по этим авиалиниям, одним из самых оживленных в мире, перевозят более 20 000–30 000 пассажиров и грузы стоимостью в миллионы долларов из Азии в Северную Америку и обратно [4, 9].

Основные этапы развития и деятельности группы KVERT

1993 г. В конце марта было отправлено в АВО первое сообщение об активности вулканов Камчатки. АВО на протяжении 12 лет выступала посредником между KVERT и авиакомпаниями Тихоокеанского региона, передавая им информацию об извержениях камчатских вулканов. В.Ю. Кирьяновым были изучены особенности атмосферных циркуляций различных районов Камчатки по данным 120 метеорологических и двух аэрологических станций за 1961–1981 и 1988 гг. [3]. В этом же году, при извержениях вулканов Шивелуч (в апреле) и Безымянный (в октябре) для отслеживания перемещений их пепловых шлейфов группа KVERT начала применять спутниковую информацию (снимки со спутников Национальной администрации океанографии и атмосферы США (National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA 11 и 12) и России (Метеор-21), были любезно предоставлены Камчатской гидрометеослужбой).

1994 г. Группа KVERT была официально зарегистрирована в Международной организации гражданской авиации (International Civil Aviation Organization – ICAO) в качестве представителя России по оповещению авиационных и метеорологических служб мира о вулканической опасности для авиации (письмо ICAO № 29848 от 12.10.1994). В этом же году для оценки степени опасности извержений вулканов Камчатки для авиации KVERT начала использовать цветовые коды, разработанные АВО в 1989 г: **зеленый** – вулкан спокоен, не опасен; **желтый** – активность вулкана повысилась и возможно его эксплозивное извержение; **оранжевый** – происходит эксплозивное извержение с выбросом пепла до 7.5 км н.у.м. – вулкан опасен для местных авиалиний; **красный** – происходит эксплозивное извержение с выбросом пепла выше 7.5 км н.у.м. – существует явная опасность для местных и международных авиалиний (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/color.html>). В отчете KVERT И.В. Мелекесцевым было дано описание пеплопадов, происходивших в историческое время в районах гг. Петропавловск-Камчатский и Елизово [7].

1995 г. Проблемы с финансированием деятельности KVERT. Временное прекращение работы по программе «Вулканический пепел и безопасность для авиации». Благодаря усилиям АВО и Геологической службы США финансирование группы KVERT возобновилось. В рамках соглашения с Центром подготовки

астронавтов в г. Хьюстон, США, группа KVERT получила фотографии всех действующих вулканов Камчатки, отснятых астронавтами США с борта «Спейс Шаттл».

1996 г. Издание группой KVERT совместно с АВО для пилотов самолетов на английском языке схемы расположения активных вулканов Камчатки, с указанием их координат, абсолютных высот и датами последних извержений. В отчете KVERT И.В. Мелекесцевым для аэропорта Елизово было дано описание возможной вулканической опасности, связанной с пеплопадами и формированием лахаров.

1997 г. В.Ю. Кирьяновым и С.Б. Фелицыным была проведена экспериментальная работа по плавлению пепловых частиц разных вулканов Камчатки, Аляски и Алеутских островов для оценки влияния пеплов на двигатели самолетов [5]. Группой KVERT был начат прием по факсу из АВО спутниковых снимков NOAA на территорию Камчатки.

1998 г. С этого года до настоящего времени из АВО в KVERT два раза в сутки поступают информационные бюллетени с результатами обработки всех возможных спутниковых данных. Группой KVERT для пилотов самолетов и вертолетов Камчатки была создана инструкция для обнаружения вулканической деятельности и передачи сообщений о ней в Метеоцентр аэропорта г. Елизово и KVERT. О.А. Гириной в рамках KVERT был составлен Каталог активных вулканов Камчатки, в котором были указаны, в частности, даты извержений вулканов (с 1667 г.) и их опасность для авиации. В Интернете был создан web-сайт с информацией о деятельности группы KVERT. С 10 июня 1998 г. до настоящего времени группа KVERT еженедельно пишет «Заключение о вулканической опасности для Камчатки и Северных Курил» (с 1998 по 2003 гг. - «Заключение о вулканической опасности для Камчатки») и передает его в Камчатский филиал Российского экспертного совета по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска (КФ РЭС) (с мая 1998 по март 2006 гг. он назывался «Камчатское отделение федерального центра прогнозирования землетрясений»).

1999 г. АВО предоставила KVERT доступ в Интернете к спутниковым снимкам NOAA для мониторинга состояния активных вулканов Камчатки.

АВО имеет большие возможности и опыт интерпретации спутниковой информации. Для мониторинга вулканической активности АВО использует данные спутников NOAA с датчиками высокого разрешения AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), геостационарных спутников GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite), GMS (Geostationary Meteorological Satellite), TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer), TERRA и AQUA с датчиками MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) и другие. Температурные данные двух каналов AVHRR, GOES, TOMS и MODIS используются для обнаружения на снимках термальных аномалий и отделения пепловых облаков от обычных [10]. Время обработки полученного спутникового сигнала составляет от 15 мин (GOES) до 1,5 ч (GMS). Как было сказано выше, с 1998 г. два раза в сутки в KVERT поступают из АВО информационные бюллетени о состоянии вулканической активности Камчатки и Северных Курил по спутниковым данным.

В настоящее время, чтобы было меньше пропусков в наблюдениях, сотрудники KVERT анализируют различные спутниковые данные для выявления пепловых шлейфов и термальных аномалий на активных вулканах близко к реальному времени. С сентября 2002 г. KVERT получает и интерпретирует снимки TERRA MODIS из Дальневосточного филиала федерального государственного унитарного научно-производственного предприятия (ДВФ ФГУНПП) «Российский федеральный геологический фонд (Росгеолфонд)», Министерства природных ресурсов (МПР) России. С этого же времени КФ ГС РАН предоставляет KVERT данные обработки спутниковых снимков NOAA (AVHRR), получаемых из Камчатского центра связи и мониторинга (КЦСМ) МПР России. В 2003 г. АВО оказала ИВГиГ ДВО РАН (для группы KVERT) спонсорскую помощь в приобретении лицензионного программного обеспечения ENVI-4.2 для обработки различных спутниковых данных совместно

сотрудниками ИВГиГ (ИВиС) ДВО РАН и КФ ГС РАН. В настоящее время это программное обеспечение находится в КФ ГС РАН. С 2007 г. сотрудники KVERT анализируют исходные снимки TERRA и AQUA (MODIS) и NOAA AVHRR, поступающие из Государственного учреждения «Хабаровский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с функциями регионального специализированного метеорологического центра Всемирной службы погоды» (ЦГМС-РСМЦ). С 2008 г. KVERT получает спутниковые снимки NOAA AVHRR при помощи портативной приемной станции Emgo.

2000 г. В соответствии с рекомендациями KVERT, в рамках КФ ГС РАН была создана ежедневно обновляемая страница в Интернете (на сайте КФ ГС) с данными мониторинга состояния вулканов Камчатки. Эти сообщения переводились на английский язык и рассылались пользователям сотрудниками KVERT-ИВиС в 2000-2003 гг. С 2004 г. до настоящего времени эту работу выполняют коллеги из KVERT-КФ ГС.

2000-2003 гг. ИВГиГ ДВО РАН, в составе которого находилась группа KVERT, при непосредственном участии АВО, была обеспечена материальная база для установки КФ ГС РАН цифровых видеокамер для постоянного наблюдения за вулканами Ключевской (установлена в 2000 г.), Шивелуч (2002 г.) и Безымянный (2003 г.). Видеокамеры, при технической поддержке КФ ГС РАН, работают в непрерывном режиме, передавая изображения вулканов в реальном времени в Интернет: (<http://data.emsd.iks.ru/videosvl/videosvl.htm>).

2001 г. О.А. Гириной был проведен статистический анализ сильных эксплозивных извержений вулканов Камчатки, произошедших за период с 1980 по 2000 гг., материалы анализа приведены в отчете KVERT.

2002 г. Публикация АВО Информационного листа о деятельности KVERT на английском языке: <http://www.avo.alaska.edu/pdfs/usgfsfs064-02.pdf> [8]. В отчете KVERT А.П. Максимовым был дан анализ высокоэксплозивных извержений вулканов 20-го века.



2003 г. В феврале группе KVERT за работу над программой «Обеспечение безопасности авиаполетов при извержениях вулканов» была вручена золотая медаль на III Московском международном салоне инноваций и инвестиций (рис. 1). Публикация АВО Информационного листа о деятельности KVERT на русском языке [4]. Ежедневная публикация в газете «Камчатское время» информации о состоянии и прогнозе деятельности на предстоящую неделю наиболее активных вулканов Камчатки и Северных Курил. Организация и проведение группой KVERT международного совещания «Мониторинг вулканической активности Курило-Камчатского региона: прошлое, настоящее и будущее», приуроченного к знаменательной дате - 10-летию работы KVERT. Одним из решений совещания стало делегирование группе KVERT ответственности по обеспечению безопасности авиаполетов в зоне островов Шумшу, Парамушир, Атласова Северных Курил. Начиная с 9 мая 2003 г., информационные сообщения группы KVERT (с KVERT Information Release 21-03) стали называться «Активность вулканов Камчатки и Северных Курил». С этого года официальные сообщения «KVERT Information Releases» на



Рис. 1. Медаль и диплом KVERT, полученные на III Московском международном салоне инноваций и инвестиций в 2003 г.

английском языке, отправляемые в авиационные службы Камчатки, АМЦ Елизово, МЧС и др., стали сопровождаться их переводом на русский язык. С этого же года на официальном сайте KVERT в Интернете стал публиковаться «Прогноз для авиации опасности вулканов Камчатки и Северных Курил» на русском языке: <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/progn.shtml>

2004 г. Начало тесного сотрудничества группы KVERT с Токийским консультационным центром по вулканическим пеплам (Tokyo Volcanic Ash Advisory Center (VAAC)). В связи с переходом KVERT в ИВиС ДВО РАН, в Интернете был обновлен официальный сайт KVERT: <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/index.html>. Там помещен каталог активных вулканов Камчатки и Северных Курил: <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/volcanoes/index.html>. Каталог включает информацию о морфологии, составе пород каждого вулкана, его возрасте, исторических извержениях, опасности для авиации; фотографии текущей активности вулкана; список опубликованных работ, касающихся этого вулкана и т.д. В отчете KVERT С.В. Ушаковым был дан анализ состояния вулкана Авачинский с 1994 по 2004 гг.

2005 г. С этого года сообщения «KVERT Information Releases» публикуются на официальном сайте KVERT: <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/updates.shtml>. В отчете KVERT О.А. Гириной была опубликована таблица с информацией об извержениях вулканов Камчатки и Северных Курил за 2003-2005 гг., в которой были отражены время, характер и геологический эффект каждого извержения вулкана.

С течением времени форма и названия сообщений KVERT изменялись. В 1993-1994 гг. сначала для них было название «Kamchatka Volcanoes Update», затем «Kamchatkan Volcanic Activity» (ниже прописывалось: «Alaska Volcano Observatory (AVO), Information Release, KVERT (Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team)»). Сообщения отправлялись в АВО, Метеоцентр аэропорта г. Елизово, службу

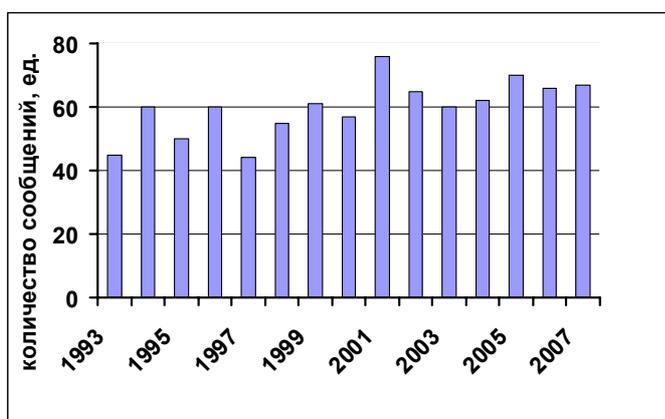


Рис. 2. Количество сообщений KVERT об опасности для авиации вулканов Камчатки и Северных Курил (KVERT Information Releases), отправленных пользователям в течение 15 лет.

гражданской обороны, Камчатский Гидрометеоцентр, ИТАР ТАСС, газету «Вести». В 1996-2003 гг. название сообщений было следующим: «Information Release, Kamchatkan Volcanic Activity» (ниже прописывалось: «AVO received the following release via e-mail from KVERT...»). С 9 мая 2003 г. до настоящего времени название сообщений такое: «Kamchatkan and Northern Kuriles Volcanic Activity». В 2003-2005 гг. ниже прописывалось: «AVO received the following release via e-mail from KVERT...». С 6 мая 2005 г. до настоящего времени группа KVERT рассылает еженедельные и внеочередные информационные сообщения (KVERT Information Releases) о состоянии и опасности вулканов Камчатки и Северных Курил в авиационные, научные, метеорологические организации Тихоокеанского региона (более 300 пользователям) самостоятельно, без посредничества АВО.

Ежегодно группой KVERT выпускалось от 44 до 76 еженедельных и внеочередных сообщений KVERT Information Releases (рис. 2). Кроме этого, по мере необходимости по электронной почте отправлялись пользователям оперативные сообщения об активности вулканов, например, в 1993 г. (с апреля) - 100, в 2006 г. - 175, в 2007 г. - 420.

2007 г. С января начались проблемы с финансированием работы KVERT. Группа KVERT была вынуждена с 1 марта прекратить работу по программе «Вулканический

пепел и безопасность для авиации». Благодаря усилиям АВО, Международной Ассоциации воздушного транспорта (International Air Transport Association - IATA), Международной организации гражданской авиации (ICAO) финансирование KVERT было восстановлено, с 1 апреля работа продолжилась в обычном режиме. В отчете KVERT была опубликована созданная А.А. Нуждаевым по спутниковым данным схема распространения пепловых шлейфов, возникших при эксплозивных извержениях вулканов Камчатки в 2007 г.

2008 г. В Интернете была опубликована полная версия официального сайта KVERT на английском языке. Сотрудники KVERT благодарят за помощь в этом Екатерину Минакову (ИВиС ДВО РАН) и Джил Шипман (Jill Shipman) (АВО США).

Взаимодействие группы KVERT с другими организациями

Проект KVERT предусматривает сбор всей возможной информации о вулканах (данных анализа сейсмического (КФ ГС РАН), спутникового, видео и визуального мониторинга) из различных источников, на основании которой еженедельно выпускаются сообщения о вулканической опасности для авиации с использованием системы цветowych кодов. Эта информация рассылается во все заинтересованные организации Тихоокеанского региона, занимающиеся вопросами безопасности населения (более 300 пользователей) и помещается на web-сайты KVERT (ИВиС ДВО РАН) и АВО по адресам: <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/updates.shtml> и <http://www.avo.alaska.edu/activity/avoreport.php?view=kaminfo> (рис. 3).

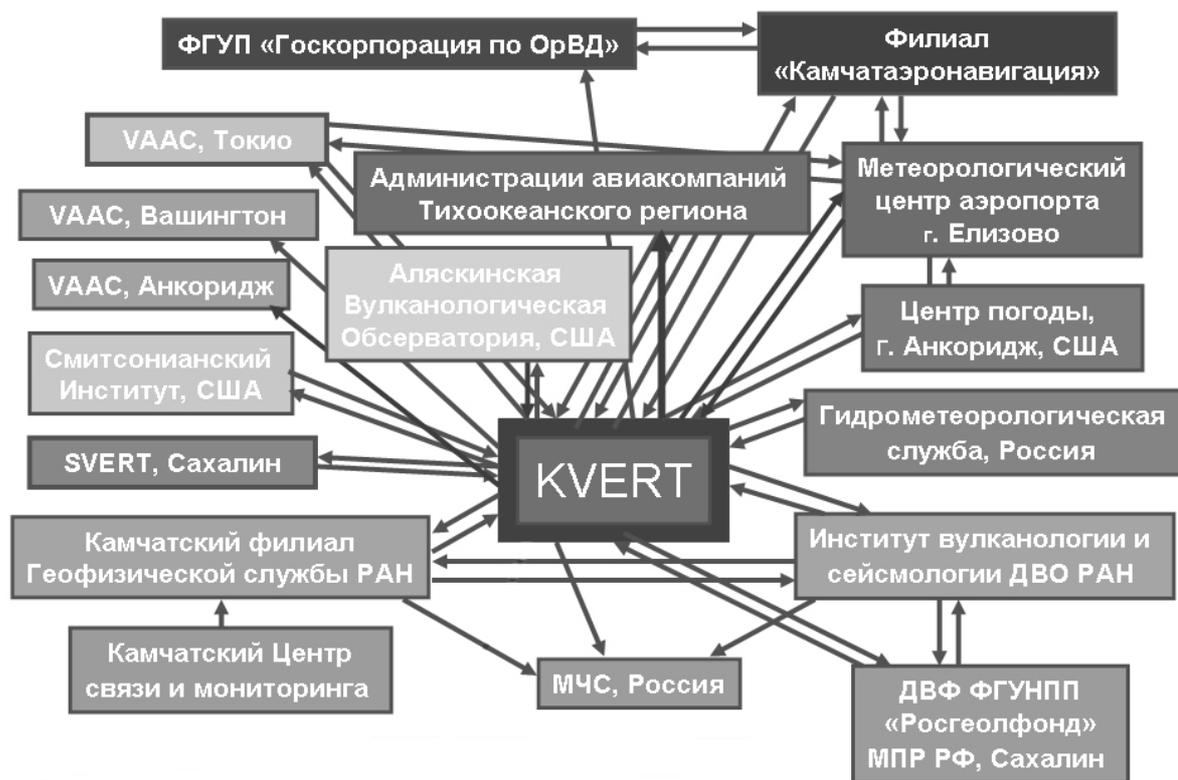


Рис. 3. Схема взаимодействия KVERT с организациями Тихоокеанского региона

Сотрудники KVERT в 1993-2008 гг.:

В.Ю. Кирьянов - 1993-2002; В.А. Гаврилов, 1993; В.Т. Гарбузова 1993-н.вр.; Е.Ю. Жданова - 1993-1997; И.В. Мелекесцев - 1993-1994; О.П. Руленко - 1993; П.П. Фирстов - 1993-1994; И.Э. Жаринова - 1994-1995; В.Н. Двигало - 1996; О.С. Чубарова - 1997-2002; О.А. Гирина - 1997-1998, 2001-н.вр.; С.Л. Сенюков - 1998-н.вр.; О.А. Евдокимова - 1999-2003; С.Я. Дрознина - 2000-н.вр.; И.Н. Нуждина - 2000-н.вр.; А.П. Максимов -

2001-2003; Т. Ю. Кожевникова - 2000-н.вр.; А.Г. Зубов - 2002-2005; С.Л. Толокнова - 2002-н.вр.; А.Г. Гранбенкова - 2003-2004; Ю.В. Мовляйко - 2003; Д.В. Мельников - 2004-н.вр.; С.В. Ушаков - 2004-н.вр.; Н.А. Малик - 2005-н.вр.; А.Г. Маневич - 2005-н.вр.; А.А. Нуждаев - 2007-н.вр.; О.В. Соболевская - 2007-н.вр.

Некоторые результаты деятельности группы KVERT

В течение прошедших 15 лет на Камчатке произошли крупные эксплозивные извержения вулканов: семь - Шивелуча (1993, 2001, 2004, 2005- два, 2006, 2007), три – Ключевского (1994, 2005, 2007), четырнадцать - Безымянного (1993, 1995, 1997-два, 1999, 2000, 2001, 2003, 2004, 2005, 2006-два, 2007-два), два - Карымского (1996, 2006), с выбросом пеплов на высоту до 8-15 км над уровнем моря. На основании анализа сейсмической, спутниковой, визуальной информации, опыта изучения деятельности активных вулканов, сотрудники KVERT предупреждали заинтересованные в информации KVERT организации о готовящихся извержениях вулканов заранее - иногда за 2-6 ч или несколько суток до эксплозивного события. Если предсказать извержение было невозможно в силу разных причин, информация о происходящем событии рассылалась пользователям в течение первых часов развития извержений. Например, извержение вулкана Безымянный 9 мая 2006 г. было предсказано по сейсмическим данным коллегами из КФ ГС (сотрудниками KVERT) примерно за 2 суток до пароксизмального события, цветовой код опасности вулкана для авиации был изменен с *желтого* на *оранжевый*. Опыт изучения этого вулкана позволил вулканологам ИВиС ДВО (сотрудниками KVERT) предсказать кульминационную стадию этого извержения за несколько часов: цветовой код опасности вулкана для авиации был изменен с *оранжевого* на *красный* в 06:35 UTC (19:35 местного времени - мест. вр.) 9 мая, а в 08:21 UTC (21:21 мест. вр.) 9 мая началось эксплозивное извержение вулкана, при котором пепловая туча поднялась до 15 км над уровнем моря и пепловый шлейф протянулся > 400 км на восток от вулкана. Следует отметить, что группа KVERT не работает круглосуточно, но, сознавая опасность для авиации пепловых шлейфов, отслеживает информацию о вулканической деятельности и в выходные дни, и вечерами. Когда для авиаполетов существует реальная опасность, связанная с перемещением пепловых облаков, сотрудники KVERT, АМЦ Елизово, АВО и Токио VAAC работают в тесном контакте друг с другом независимо от времени суток. Благодаря такой работе, в течение 15 лет фатальных происшествий с самолетами, связанных с вулканической опасностью в районах Камчатки и Северных Курил, не произошло.

Коллегами из АВО и KVERT совместно опубликовано восемь работ, описывающих активность вулканов Аляски, Алеутских островов, Камчатки и Курильских островов в 1998–2006 гг. Кроме этого, сотрудниками KVERT опубликовано более 30 статей и десятки тезисов докладов, касающихся работы KVERT, безопасности полетов при эксплозивных извержениях вулканов Камчатки и Северных Курил, изучения активности отдельных вулканов Камчатки и о. Парамушир Северных Курил и т.д., выполненных в рамках программы KVERT. Только за 2004-2007 гг. сотрудники группы с докладами о деятельности KVERT, снижении опасности для авиации при извержениях вулканов, об отдельных вопросах вулканизма участвовали в 15 международных и всероссийских конференциях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гирина О.А., Гордеев Е.И.* Проект KVERT – снижение вулканической опасности для авиации при эксплозивных извержениях вулканов Камчатки и Северных Курил // Вестник ДВО РАН. 2007. С. 100-109.
2. *Гирина О.А., Сеньюков С.Л., Нил К.А.* Камчатская группа реагирования на вулканические извержения (KVERT) в 2002–2004 // Материалы IV междунар. совещ. по процессам в

- зонах субдукции Японской, Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. Петропавловск-Камчатский, 2004. С. 31-32.
3. *Кирьянов В.Ю.* Вулканические пеплы Камчатки как источник потенциальной опасности для пассажирских авиалиний // Вулканология и сейсмология. 1992. № 3. С. 16-36.
 4. *Кирьянов В.Ю., Нил К.А., Гордеев Е.И. и др.* Камчатская группа реагирования на вулканические извержения (KVERT) // USGS Fact Sheet. 2003. 151-02.
 5. *Кирьянов В.Ю., Фелицын С.Б.* Вулканический пепел как природный фактор риска для авиации (по данным исследования свойств пепловых частиц) // Вулканология и сейсмология. 2000. № 5. С. 65-72.
 6. *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. Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2001. С. 408-423.
 7. *Мелекесцев И.В.* Сильные вулканические пеплопады в районе г. Петропавловска-Камчатского // Вопр. географии Камчатки. 1989. № 10. С. 101-108.
 8. *Kirianov V.Yu.* Volcanic Ash in Kamchatka as a Source of Potential Hazard to Air Traffic // Volcanic Ash and Aviation Safety: Proc. First Intern. Symp. on Volcanic Ash and Aviation safety. US Geological Survey Bull. 2047. 1992. P. 57-63.
 9. *Kirianov V.Yu., Neal Ch.A., Gordeev E.I., Miller T.P.* The Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team (KVERT) // USGS Fact Sheet. 2002. 064-02.
 10. *Swanson S.E., Beget J.E.* Melting Properties of Volcanic Ash // Volcanic Ash and Aviation Safety: Proc. First Intern. Symp. on Volcanic Ash and Aviation safety. US Geological Survey Bull. 2047. 1992. P. 87-92.

KAMCHATKAN VOLCANIC ERUPTION RESPONSE TEAM - 15 YEARS OF WORK

O.A. Girina

*Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006
e-mail: girina@kscnet.ru*

Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team (KVERT), created in 1993 through a cooperative effort of Russian and U.S.A. scientists, analyses the data of monitoring of Kamchatkan and Northern Kurile volcanoes to provide warnings and rapid reporting eruptions. Scientists of KVERT work closely with Alaska Volcano Observatory, Airport Meteorological Center at Yelizovo Airport, the Tokyo Volcanic Ash Advisory Center (VAAC), Anchorage VAAC, Washington VAAC and the others to release timely eruption warnings.