

УДК 551.21 (571.645)

## СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВАХ

*Чибисова М.В., Рыбин А.В., Дегтерев А.В.*

*Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, m.chibisova@imgg.ru*

### **Введение**

На Курильских островах расположено 36 действующих вулканов, извержения которых являются потенциально опасными для населенных пунктов, воздушного и морского транспорта. В 2003 г. для организации мониторинга активных вулканов Курильских островов на базе ИМГиГ ДВО РАН совместно с Сахалинским филиалом Геофизической службы РАН и ФГУ НПП «Росгеолфонд» при поддержке Аляскинской вулканологической обсерватории (AVO, University of Alaska, Fairbanks) была создана группа SVERT – Сахалинская группа оперативного реагирования на вулканические извержения [13]. Зона ответственности группы SVERT включает территорию от о-ва Кунашир до о-ва Онекотан включительно. Наблюдения за вулканами северной группы островов (Парамушир и Атласова) по взаимной договоренности проводит Камчатская группа оперативного реагирования на вулканические извержения (KVERT).

В XXI веке на Курильских островах было зафиксировано 34 эруптивных события, среди которых преобладали непродолжительные (несколько часов или дней) слабые и умеренные эксплозивные извержения. Наиболее активными были вулканы Северных и Центральных Курил. Самыми мощными за рассматриваемый период были извержения влк. Пик Сарычева (о. Матуа) и влк. Райкоке (о. Райкоке), самым длительным - эффузивное извержение влк. Сноу (о. Чирпой). Как показал опыт деятельности группы SVERT, в условиях Курильских островов на данный момент спутниковый мониторинг является наиболее надежным и информативным методом для наблюдения за вулканической активностью.

### **Методика исследований**

Основные направления деятельности группы SVERT связаны со сбором и анализом всей доступной информации по активным вулканам Курильских островов и созданию на этой основе ежедневных информационных отчетов. Для оперативного мониторинга SVERT использует спутниковые снимки спутников AQUA и TERRA (MODIS) и аналогичные продукты, построенные на основе данных NOAA (AVHRR/POES), поставляемые центром регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН ([www.satellite.dvo.ru](http://www.satellite.dvo.ru)) и данные с информационного сервиса «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» VolSatView, разработанный совместно ИВиС ДВО РАН, ИКИ РАН, ВЦ ДВО РАН и НИЦ «Планета» [3,4].

Увеличение количества и качества принимаемых сцен значительно расширило возможности для выявления термальных аномалий как предвестников вулканических извержений и идентификации пепловых выбросов для всех вулканов Курильских островов.

### **Обсуждение результатов**

В XXI веке на Курильских островах наблюдалась повышенная вулканическая активность (рис. 1). В большинстве случаев зафиксировать и отследить все стадии извержения стало возможно благодаря данным дистанционного спутникового зондирования. Сильное эксплозивно-эффузивное извержение вулкана Пик Сарычева (о. Матуа) произошло 11-19 июня 2009 года. Первые предвестники в виде термальной аномалии были зафиксированы за 23 часа до начала извержения при помощи спутниковых данных. В период извержения произошло более 23 вулканических взрывов, эруптивные тучи поднимались на высоту до 8-16 км. Шлейф вулканического пепла протягивался на запад и северо-запад на 1.5 тыс. км, на восток и юго-восток более чем на 3 тыс. км. Впервые за историческое время наблюдалось выпадение пепла на территории о. Сахалин, а также на северо-востоке Хабаровского края [13, 15]. Сильное эксплозивное извержение вулкана Райкоке наблюдалось 22-25 июня 2019 года. Никаких предвестников по спутниковым данным не фиксировалось. Пароксизмальная фаза извержения продолжалась более 15 часов, произошло 9 вулканических взрывов на высоту от 10 до 13 км н.у.м. Пепловый шлейф перемещался на восток-северо-восток от

вулкана более чем на 2.5 тыс. км. Затем в остальные дни наблюдались пепловые выбросы на высоту 1.5-2 км н.у.м.

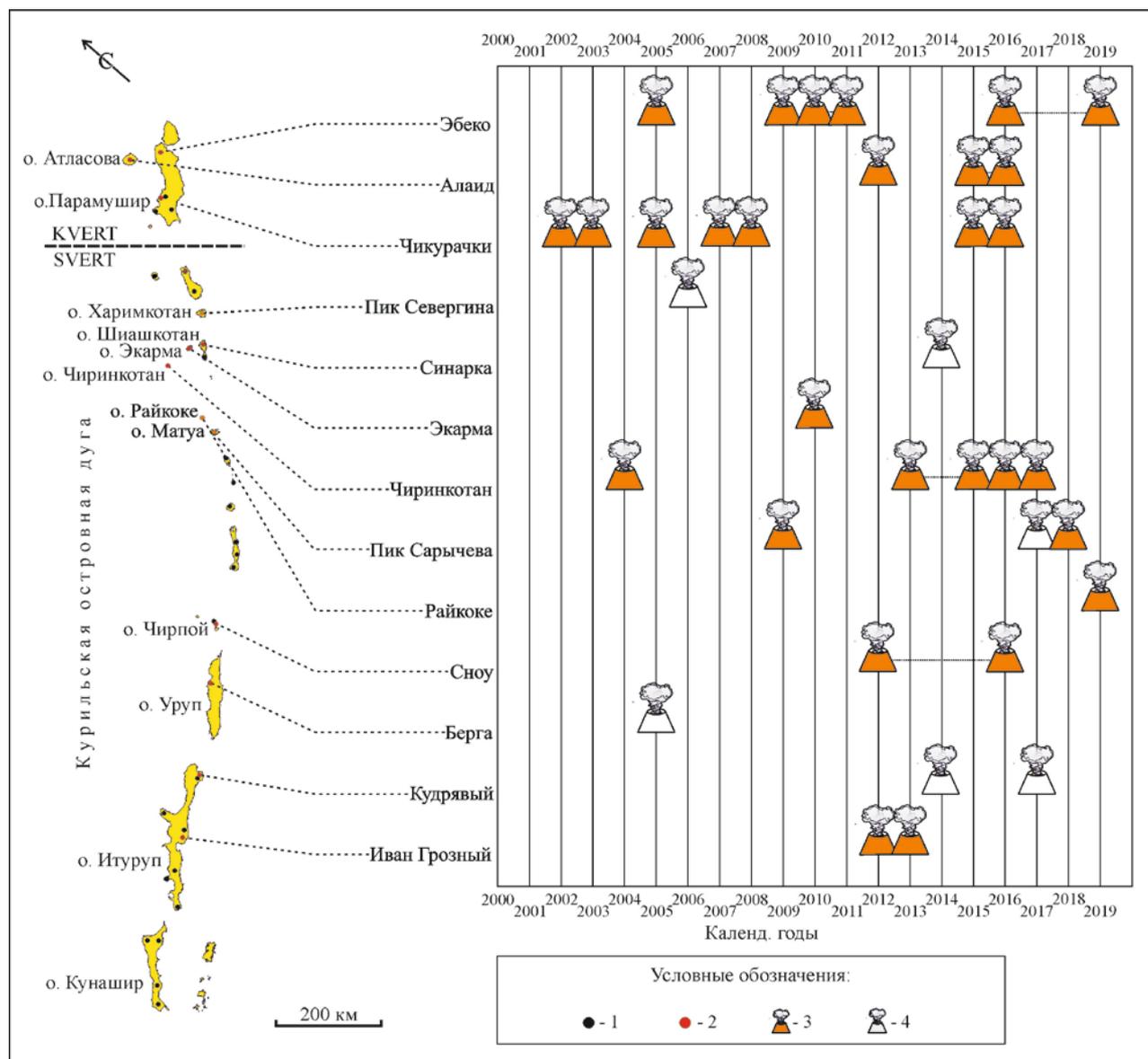


Рис. 1. Хронология извержений вулканов Курильских островов в XXI веке и их географическое положение. Условные обозначение: 1 - действующие вулканы, 2 - действующие вулканы, проявляющие активность в XXI веке, 3 - вулканические извержения, 4 - усиление парагазовой активности (активизация).

Извержения не представляли существенной угрозы для населения в силу значительной удаленности населенных пунктов. Наибольшую опасность представляли пепловые облака, осложнявшие ситуацию для авиалиний, проходящих вдоль Курильских островов. Эксплозивные извержения вулканов Пик Сарычева и Райкоке в течение нескольких дней затрудняли работу авиакомпаний. Информация об извержении и динамике распространения пепловых облаков представлялась группой SVERT всем заинтересованным организациям.

Эксплозивные, от слабого до умеренного извержения наблюдались на вулканах Иван Грозный (2012, 2013 гг.) [5], Чикурачки (2002, 2003, 2005, 2007, 2008, 2015, 2016 гг.) [1, 2], Эбеко (2009, 2010-2011, 2016-2019 гг.) [6, 7, 12, 14], Чиринкотан (2013-2015, 2016, 2017 гг.) с выбросом пеплового материала на высоту до 8 км [8, 9, 11], Пик Сарычева (2018 г.) [14].

После 30-летнего периода покоя на вулкане Сноу в ноябре 2012 года началось побочное эффузивное извержение, продолжавшееся на протяжении четырех лет и проявлявшееся в излиянии лавового потока и слабых, преимущественно парагазовых, выбросов. Его основные особенности были изучены на основе данных дистанционного зондирования, особенно хорошо прослеживалось увеличение площади лавового потока [8, 10].

## Заключение

На Курильских островах в XXI веке зафиксировано 34 эпизода вулканической активности. При этом преобладали непродолжительные (от нескольких часов до нескольких дней) слабые и умеренные эксплозивные извержения ( $VEI=0-3$ ). Наиболее активными были вулканы о. Парамушир - Чикурачки (9 событий) и Эбеко (5 событий). Самыми мощными извержениями за рассматриваемый период было эксплозивно-эффузивное извержение влк. Пик Сарычева (о. Матуа) 11-19 июня 2009 г. и эксплозивное извержение вулкана Райкоке 22-25 июня 2019 г., самым длительным - эффузивное извержение влк. Сноу (о. Чирпой). Общий объем изверженного материала за 2000-2019 гг. не превышает  $0.4-0.5 \text{ км}^3$ .

Как показал опыт деятельности группы SVERT, спутниковый мониторинг на данный момент является наиболее надежным и информативным методом для наблюдения за активными вулканами Курильских островов. Увеличение количества и качества принимаемых сцен значительно расширило возможности для выявления предвестников извержений и отслеживания динамики пепловых облаков. Полученные визуальные наблюдения позволяют нам более точно интерпретировать спутниковые данные. В настоящее время для решения проблем вулканопасности и оперативного контроля труднодоступных территорий Курильских островов наиболее оптимальным и экономически целесообразным является развитие методов спутникового дистанционного зондирования.

## Список литературы

1. *Гирина О.А., Малик Н.А., Котенко Л.В.* Активность вулкана Чикурачки (о.Парамушир, Северные Курилы) в 2002-2007 гг. по данным KVERT // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2008. №1. Вып.11. С. 67–73.
2. *Гирина О.А., Маневич А.Г., Нухдаев А.А.* Извержение вулкана Чикурачки (о. Парамушир, Северные Курилы) в 2016 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 2. С. 235–239.
3. *Гордеев Е.И., Гирина О.А., Лупян Е.А., и др.* Информационная система VOLSATVIEW для решения задач мониторинга вулканической активности Камчатки и Курил // Вулканология и сейсмология. 2016. № 6. С. 1–16.
4. *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.
5. *Жарков Р.В., Козлов Д.Н.* Эксплозивное извержение вулкана Иван Грозный в 2012-2013 гг. (остров Итуруп, Курильские острова) // Вестник ДВО РАН. 2013. №3. С. 39–44.
6. *Котенко Т.А., Котенко Л.В., Сандимирова Е.И. и др.* Извержение вулкана Эбеко в январе-июне 2009 г. (о. Парамушир, Курильские острова) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2010. № 1. Вып. 15. С. 56–68.
7. *Котенко Т.А., Котенко Л.В., Сандимирова Е.И. и др.* Эруптивная активность вулкана Эбеко в 2010-2011 гг. (о. Парамушир) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2012. № 1. Вып. 19. С. 160–167.
8. *Рыбин А.В., Дегтерев А.В., Чибисова М.В., Гурьянов В.Б., Коротеев И.Г.* Вулканическая активность на Курильских островах в 2012-2015 гг. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2016. № 2. Вып. 30. С. 77–87.
9. *Рыбин А.В., Чибисова М.В., Дегтерев А.В.* Активность вулкана Чиринкотан (о. Чиринкотан, Северные Курильские острова) в 2013–2016 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 4. С. 76–84.
10. *Рыбин А.В., Чибисова М.В., Дегтерев А.В., Гурьянов В.Б.* Вулканическая активность на Курильских островах в XXI в. // Вестник ДВО РАН. 2017. № 1. С. 51–62.
11. *Рыбин А.В., Чибисова М.В., Дегтерев А.В.* Активность вулканов Курильских островов в 2016 г. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2017. № 1. Вып. 33. С. 83–88.
12. *Рыбин А.В., Чибисова М.В., Дегтерев А.В.* Активность вулканов Курильских островов в 2017 г. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2018. № 2. Вып. 38. С. 102–109.
13. *Рыбин А.В., Чибисова М.В., Коротеев И.Г.* Проблемы мониторинга вулканической активности на Курильских островах // Вестник ДВО РАН. 2010. №3. С. 64–72.
14. *Чибисова М.В., Дегтерев А.В.* Активность вулканов на Курильских островах в 2018 г. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2019. № 1. Вып. 41. С. 91–98.
15. *Rybin A., Chibisova M., Webley P. et al.* Satellite and ground observations of the June 2009 eruption of Sarychev Peak volcano, Matua Island, Central Kuriles // Bulletin of Volcanology. 2011. Vol. 73. № 4. P. 40–56.