

## ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВУЛКАНООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

### *Алексей Александрович Верхотуров*

Сахалинский государственный университет, 693023, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Пограничная, 2, старший преподаватель кафедры геологии и нефтегазового дела Технического нефтегазового института, (4242) 45-41-00, e-mail: ussr-91@mail.ru

### *Вячеслав Анатольевич Мелкий*

Сахалинский государственный университет, 693023, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Пограничная, 2, доктор технических наук, директор Технического нефтегазового института, заведующий кафедрой геологии и нефтегазового дела, (4242) 45-41-00, E-mail: [vamelkiy@mail.ru](mailto:vamelkiy@mail.ru)

Приводится краткий анализ состояния земель на основе данных дистанционного зондирования в районе геотермальной электростанции «Океанская» на острове Итуруп Сахалинской области, оценена опасность от вероятной деятельности вулкана Баранского, даны рекомендации для организации периодического мониторинга земель вулканопасных территорий.

**Ключевые слова:** мониторинг земель, вулканопасность, состояние земель, дистанционное зондирование, геоинформационные технологии.

## ORGANIZATION SISTEM OF MONITORING AND ASSESSMENT STATUS OF LANDS WITH VOLCANIC HAZARD

### *Alexey A. Verkhoturov*

Sakhalin State University, 693023, Russia, Yuzhno-Sahalinsk, 2 Pogradichnaya St., senior lecturer of Geology and Oil & Gas engineering cathedra of the Technical Oil and Gas institute, (4242) 45-41-01, e-mail: ussr-91@mail.ru

### *Vyacheslav A. Melkiy*

Sakhalin state university, 693023, Russia, Yuzhno-Sahalinsk, 2 Pogradichnaya St., D.Sc., Director of the Technical Oil and Gas Institute, head of the cathedra Geology and Oil & Gas engineering, (4242) 45-41-01, e-mail: [vamelkiy@mail.ru](mailto:vamelkiy@mail.ru)

There is given brief analysis of condition lands by the basis of remote sensing data in the area of the geothermal power plant «Ocean» on the island of Iturup, Sakhalin region, and appreciated danger due to the likely activity of the Baranskogo volcano, are given the recommendation for periodic monitoring of volcano-hazard territories.

**Key words:** monitoring of land, volcanic hazard, status of land, remote sounding, geoinformation technologies.

Вулканическая активность приводит к существенным изменениям всех оболочек окружающей природной среды [1-4]. Землепользование в условиях развития опасных геологических процессов и явлений требуют особо пристального внимания к допустимому использованию земельных участков.

Поэтому крайне актуальной задачей является организация комплексного мониторинга вулканоопасных территорий, включающего оценку состояния компонентов окружающей среды и вероятную опасность от катастрофических явлений, связанных с извержением вулканов, для населенных пунктов, объектов промышленности и инфраструктуры.

Основные задачи, решаемые при аэрокосмическом мониторинге действующих вулканов, поставлены следующим образом:

- выявление дешифровочных признаков предвестников катастрофических извержений;
- контроль за влиянием вулканизма на глобальные изменения климата;
- контроль за распространением пепловых и аэрозольных облаков;
- вулканическое районирование;
- исследование вулканических процессов на тестируемых полигонах и компьютерное моделирование [5].

Отдельные задачи сегодня успешно решены, так например, действуют группа оперативного реагирования на вулканические извержения SVERT в Сахалинской области и KVERT в Камчатском крае, осуществляющие контроль распространения пепловых и аэрозольных облаков и оценивающие их опасность для авиаперелетов [6, 7]. Организация мониторинга состояния земель с регулярной оценкой опасности землепользования на вулканоопасных участках совершенно необходима. Требуется выполнение дополнительных методологических исследований с организацией тестируемых полигонов.

Организация комплексного мониторинга земель, расположенных в зонах возможного воздействия вулканических процессов должна базироваться на многоуровневых наблюдениях, позволяющих получать оперативную информацию об объектах наблюдения с точной координатной привязкой [8-10]. Современный уровень развития средств дистанционного зондирования позволяет выполнить это условие (Табл. 1)

*Таблица 1*

Характеристики спутниковых аппаратов, обеспечивающих мониторинг земель в условиях воздействия активных вулканических процессов

Уровень наблюдений	Источник спутниковой информации	Периодичность (количество съемок в сутки)	Разрешающая способность, м	Ширина полосы съемки, км
Глобальный	Terra, Aqua; NOAA; Suomi NPP	1–2	250–1 000	2 300
		3–4	1 100	3 000
		1–2	375 / 750 на кра- ях полосы	3 000
Региональный	Landsat 8	1 в 16 дней	PAN-15 / MS-30–100	185
	Sentinel-2	1 в 2–3 дня	PAN-10 / MS-60	290
Локальный	SPOT 6/7 Radarsat-2	1	1,5 PAN / MS-6	60
		1–6	1–100	18–500

Наблюдения на глобальном уровне должны проводиться ежедневно для обеспечения возможности оперативно обнаружить активизацию вулканов [11]. Для определения характера вулканической активности (выбросы пепла, излияние лавы) необходимы наблюдения регионального уровня. В случае потенциальной опасности негативного воздействия вулканической активности на территории с пребыванием людей должны проводиться детальные комплексные наблюдения.

Для определения состояния земель территории произведено исследование вулкана Баранского (17 км от города Курильска). Геотермальная электростанция (ГеоТЭС) «Океанская» расположена на юго-западном склоне вулкана Баранского, вблизи фумарольного поля (Рис.1). Станция была возведена в 2006 г., а в январе 2014 г. перестала функционировать. В федеральной программе развития Курильских островов на 2015-2020 гг. запланировано строительство новой ГеоТЭС на месте вышедшей из строя по техническим причинам [12].

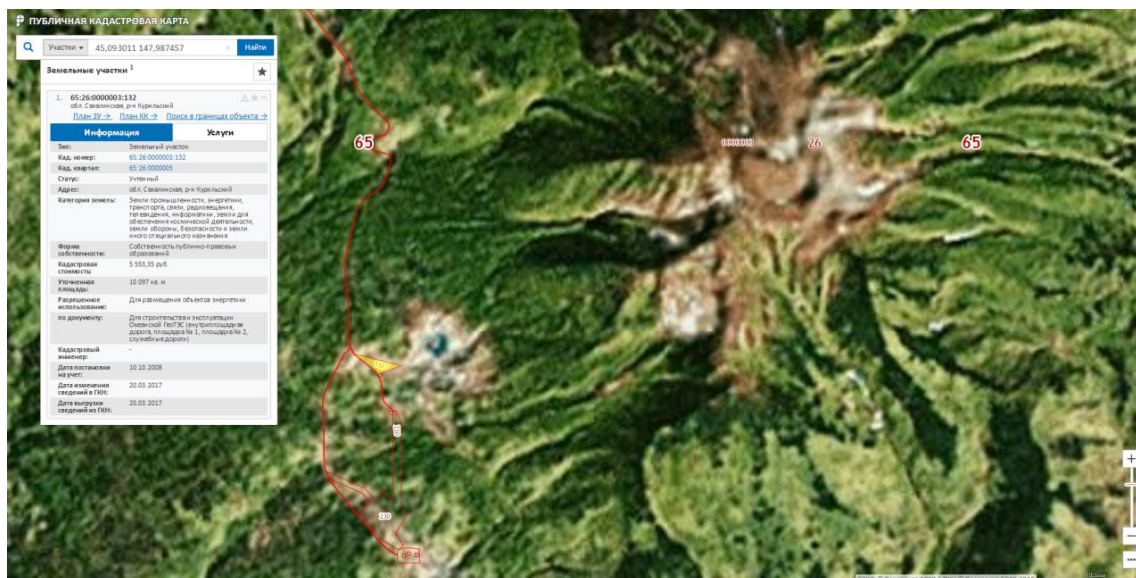


Рис. 1. Участок ГеоТЭС «Океанская» и вулкан Баранского на космическом изображении, размещенном на сайте с Публичной кадастровой картой

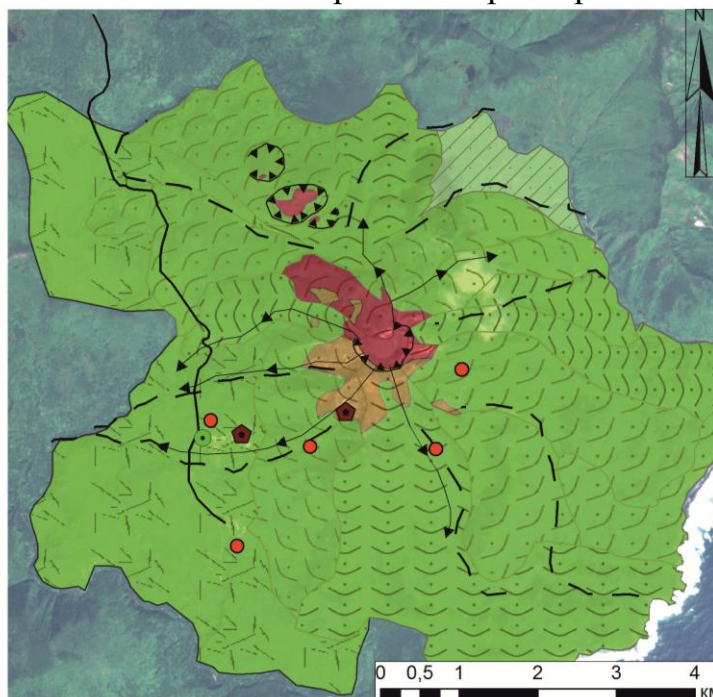
При проведении исследований использовались методы геоинформационного картографирования, дешифрирования аэрокосмических изображений, геолого-геоморфологического анализа. В данной работе проанализированы общедоступные космические снимки Sentinel-2. По этим данным составлена схема дешифрирования вулканогенных геологических образований (Рис. 2).

В центральной части вулканической постройки уверенно выделяется сильно разрушенный кратер, к северо-западу от него отмечаются три паразитических конуса. Склоны вулкана преимущественно сложены разновозрастными лавовыми потоками, протягивающимися на расстояние до 5 км. Западные склоны представлены вулканогенно-осадочными

отложениями. На северо-восточном подножье выделяются отложения лахаров. Хорошо выражены в 8 канале (длина волны 784–899 нм) два крупных фумарольных поля и ряд площадок термального разогрева.

Фактическое состояние земель оценено в соответствии с разработанной классификацией интенсивности воздействия со стороны вулканов (Табл. 2). На большей части поверхности постройки вулкана Баранского (95,63 %) восстанавливаются типичные для данной природно-климатической зоны биоценозы, за исключением самого молодого лавового потока на северо-западном склоне, главного и паразитических кратеров (2,4 %). Растительность восстанавливается на 101,7 га (1,97 %) исследуемой площади. Последнее зафиксированное извержение вулкана Баранского датируется 1951 г. [2] и, судя по состоянию земель, существенного негативного воздействия на них не оказало.

Определены наиболее вероятные направления движения лавовых потоков и лахаров в случае эффузивного или эксплозивного извержения вулкана Баранского. Результаты исследований свидетельствуют о высокой опасности при размещении ГеоТЭС на прежнем месте. Первый вариант уменьшения риска вероятных человеческих и материальных потерь предполагает размещение ГеоТЭС в более безопасном месте. Второй вариант заключается в организации полноценной системы комплексного мониторинга, получающей сейсмические, деформационные, газовые, акустические, электромагнитные, спутниковые данные для оперативного выявления начала извержения и экстренной эвакуации персонала станции. Данные позволяют обеспечивать оперативное реагирование [13].



### Условные обозначения



Рис. 2. Схема состояния земель в районе распространения отложений вулкана Баранского

Таблица 2

### Классификация интенсивности воздействия вулканических процессов

Объекты	Показатель мониторинга состояния земель		Факторы воздействия на земли	Критерий воздействия на состояние земель
	Количественный	Качественный		
Вулканоопасные районы	Суммарная площадь и изменение площади в наблюдаемый период времени	P <sub>1</sub>	Пирокластические и лавовые потоки	Полное уничтожение природных ландшафтов (почвенно-растительного покрова), образование вулканических пустынь, представленных шлаковыми полями и лавовыми потоками
		P <sub>2</sub>	Сукцессия	
		P <sub>3</sub>	Сукцессия	Восстановление типичных биоценозов
		P <sub>4</sub>	Пирокластические волны	Погибшая и поврежденная растительность
		P <sub>5</sub>	Лахары	
		P <sub>6</sub>	Сукцессия	Восстановление типичных биоценозов
		P <sub>7</sub>	Пеплопад	Угнетенная растительность

Таким образом, организация системы мониторинга земель с оценкой состояния вулканоопасных территорий является важным компонентом обеспечения безопасного и эффективного землепользования при эксплуатации ГеоТЭС.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сывороткин, В. Л. Извержения вулканов // Пространство и Время. 2017. № 1 (27). – С. 196-213.
2. Горшков, Г. С. Вулканизм Курильской островной дуги [Текст] // М.: Наука. – 1967. – 183 с.
3. Рыбин, А. В. Вулканическая активность на Курильских островах в XXI в. [Текст] / А. В. Рыбин, М. В. Чибисова, А. В. Дегтерев, В. Б. Гурьянов // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2017. – №1 (191). – С. 51–61.

4. Федотов, С. А. Извержение Карымского вулкана в 1998-2000 гг., связанные с ним сейсмические, геодинамические и поствулканические процессы, их воздействие на окружающую среду / Федотов С. А., Озеров А. Ю., Магуськин М. А. и др. [Текст] // Катастрофические процессы и их влияние на природную среду. М.: Региональная общественная организация ученых по проблемам прикладной геофизики, 2002. – Т. 1. – С. 117-160.
5. Хренов, А. П. Методика комплексного использования данных дистанционного зондирования для оценки масштаба опасности природных катастроф, вызванных извержениями вулканов [Текст] / А. П. Хренов, А. Н. Платэ, В. В. Зайцев, В. Е. Шкарин // Дистанционное зондирование земных покровов и атмосферы аэрокосмическими средствами: Сборник докладов Всероссийской науч. конф. (Муром, 20-22 июня 2001 г.). – Муром: Издат. Муромского института ВлГУ, 2001. – С. 410–414
6. Gordeev, E. I Volcanoes and their hazard to aviation / Gordeev E. I., Girina O. A. // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2014). – Т. 84. № 1. – С. 1-8.
7. Мелкий, В. А. Технология комплексного мониторинга состояния земель и динамики природных процессов в Сахалинской области [Текст] / В. А. Мелкий, А. А. Верхотуров // ИнтерКарто/ИнтерГИС 23. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий в условиях глобальных изменений климата : материалы Междунар. конф. – М.: Изд. Московского университета, 2017. – Т. 3. – С. 178–194.
8. Аврунев, Е. И. Проблемы координатного обеспечения кадастровой деятельности и пути их решения [Текст] / Е. И. Аврунев, А. Э. Труханов // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2016. – Т. 3. – № 2. – С. 29–33.
9. Лисицкий, Д. В. Картография в эпоху информатизации: новые задачи и возможности [Текст] / Д. В. Лисицкий // География и природные ресурсы. – 2016. – № 4. – С. 22–28.
10. Мелкий, В. А. Разработка систем регионального мониторинга земель на основе атласного картографирования [Текст] / В. А. Мелкий, А. А. Верхотуров // Изв. Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – № 7 (327). – С. 66–83.
11. Рыбин, А. В. Проблемы мониторинга вулканической активности на Курильских островах [Текст] / Рыбин А. В., Чибисова М. В. Коротеев И. Г. Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2010. № 3). – С. 64-71.
12. На месте закрытой ГеоТЭС на Итурупе построят современную станцию бинарного типа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sakhalin.info/news/111326>.
13. Дубровский, А. В. Разработка элементов системы оперативного реагирования при возникновении чрезвычайных ситуаций на территории города Новосибирска [Текст] / А. В. Дубровский, В. Н. Никитин, О. И. Малыгина // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – Т. 7. – С. 19–24.

© А. А. Верхотуров, В. А. Мелкий, 2017