

Исследование сейсмической и вулканической активности Северной группы вулканов Камчатки в 2025 году

Лемзиков М.В.

Study of seismic and volcanic activity of the Northern group of Kamchatka volcanoes in 2025

Lemzikov M.V.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;

e-mail: lemzikov@kscnet.ru

В течение 2025 года в разное время вулканы Северной группы (Камчатка) проявляли сейсмическую и вулканическую активность, во время которой регистрировались локальные вулканические землетрясения по данным каталога оперативной обработки. Анализ магматической активности выполнен с помощью программы Frac-Digger.

Введение

Самая крупная на Камчатке, Северная группа вулканов, площадь которой составляет 8500 км², расположена в Центральной Камчатской депрессии. Большую часть этой площади (около 6500 км²) занимает знаменитая Ключевская группа вулканов. К северу от Ключевской группы вулканов находится гигантский вулканический массив Шивелуч с активным вулканом молодой Шивелуч, потухшие вулканы Зареченский и Харчинский, несколько десятков шлаковых конусов и экструзивных куполов. Вся эта группа вулканов расположена на стыке Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг [3].

Вулканы этой группы в течение 2025 г. в разное время проявляли высокую сейсмическую и вулканическую активность. Сейсмическая активность вулканов Северной группы отражена в каталогах вулканических землетрясений. При трещинных извержениях в их радиальных зонах шлаковых конусов образуются новые магматические каналы, питающие эти извержения. Такие питающие магматические каналы, которые образуются перед началом извержений и во время их развития, имеют форму даек, силлов, лакколлитов и штоков. Изучение образования, строения и свойств таких тел, теории формирования геотермальных, нефтяных, газовых и рудных месторождений является важной задачей вулканологии.

Целью данной работы является анализ сейсмической и вулканической активности Северной группы вулканов в 2025 г., магматической питающей системы по сейсмическим данным, возможности оценки геометрии питающих магматических каналов вулканов.

Исходные данные

Для регистрации локальных вулканических землетрясений в районе Северной группы вулканов [4] используется Ключевская и Козыревская сеть радиотелеметрических сейсмических станций (РТСС) Камчатского филиала Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН» (КФ ФИЦ ЕГС РАН), которая состоит из 19 станций. Исходными данными для анализа сейсмической и вулканической активности Северной группы вулканов является каталог вулканических землетрясений за 2025 г., выбранный из общего набора сейсмических данных. Каталог выбирался по следующим критериям: диапазон широты $55.50^\circ \text{ с.ш.} \leq \text{Fi} \leq 56.80^\circ \text{ с.ш.}$; диапазон долготы $160.00^\circ \text{ в.д.} \leq \text{La} \leq 161.50^\circ \text{ в.д.}$; диапазон энергетического класса [5] $1.5 \leq K \leq 11.3$. Календарный период – с 1 января по 31 декабря 2025 г. (рис. 1). Выбранный каталог Северной группы вулканов за период с 01.01 по 31.12.2025 г. содержит 6905 гипоцентров локальных вулканических землетрясений.

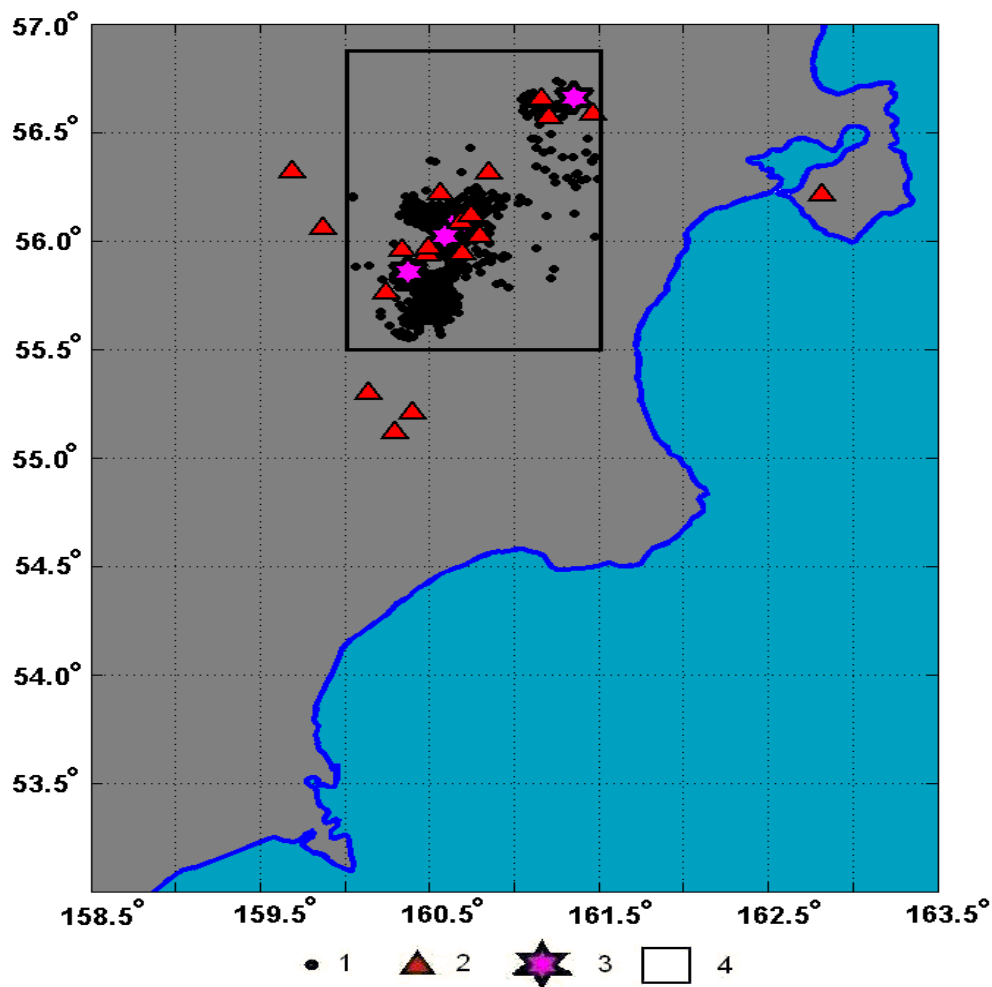


Рис. 1. Карта района исследования. 1 – эпицентры вулканических землетрясений; 2 – радиотелеметрические сейсмические станции; 3 – вершины вулканов Северной группы; 4 – граница выборки.

Метод

С помощью программы Java SED envelopment (jdk-8u40-windows-x64) [1-2] из выбранного каталога были выделены 179 плоско-ориентированных кластеров по гипоцентрам локальных вулканических землетрясений. Критериями сравнения для включения нового объекта в кластер были выбраны: 1) близость по времени ($\Delta t = 1$ сутки); 2) близость по расстоянию в горизонтальной плоскости ($\Delta R < 6$ км); 3) близость к плоской ориентации (расстояние от объекта до плоскости ΔZ не более 200 м). Далее анализировались только кластеры с числом элементов $N > 5$.

Кластеризация вулканических землетрясений

Результаты кластеризации вулканических землетрясений Северной группы вулканов в виде плоско-ориентированных кластеров по гипоцентрам локальных вулканических землетрясений в горизонтальной проекции на топографической карте и вертикальный разрез по плоскости А-В приведены на рис. 2. В течение 2025 г. сейсмическую и вулканическую активность в Северной группе проявили вулканы: Шивелуч, Ключевской и Безымянный. Вулкан Плоский Толбачик в 2025 г. был спокоен.

Сейсмическая и вулканическая активность вулкана Шивелуч начала проявляться в январе 2025 г. С 5 января на вулкане Шивелуч по спутниковым данным начали регистрироваться термальные аномалии, сейсмичность была фоновой. По данным ЛИСВА (лаборатория исследования сейсмической и вулканической активности КФ ФИЦ ЕГС РАН) вулкану Шивелуч был присвоен «желтый» код активности, а 20 января

2025 г. на вулкане Шивелуч была видна парогозовая деятельность высотой до 700 м. В этот день сотрудниками ЛИСВА вулкану Шивелуч был присвоен «оранжевый» код активности. Магматическая деятельность вулкана Шивелуч представлена в виде некоторого количества плоско-ориентированных кластеров различного направления в постройке вулкана (рис. 2).

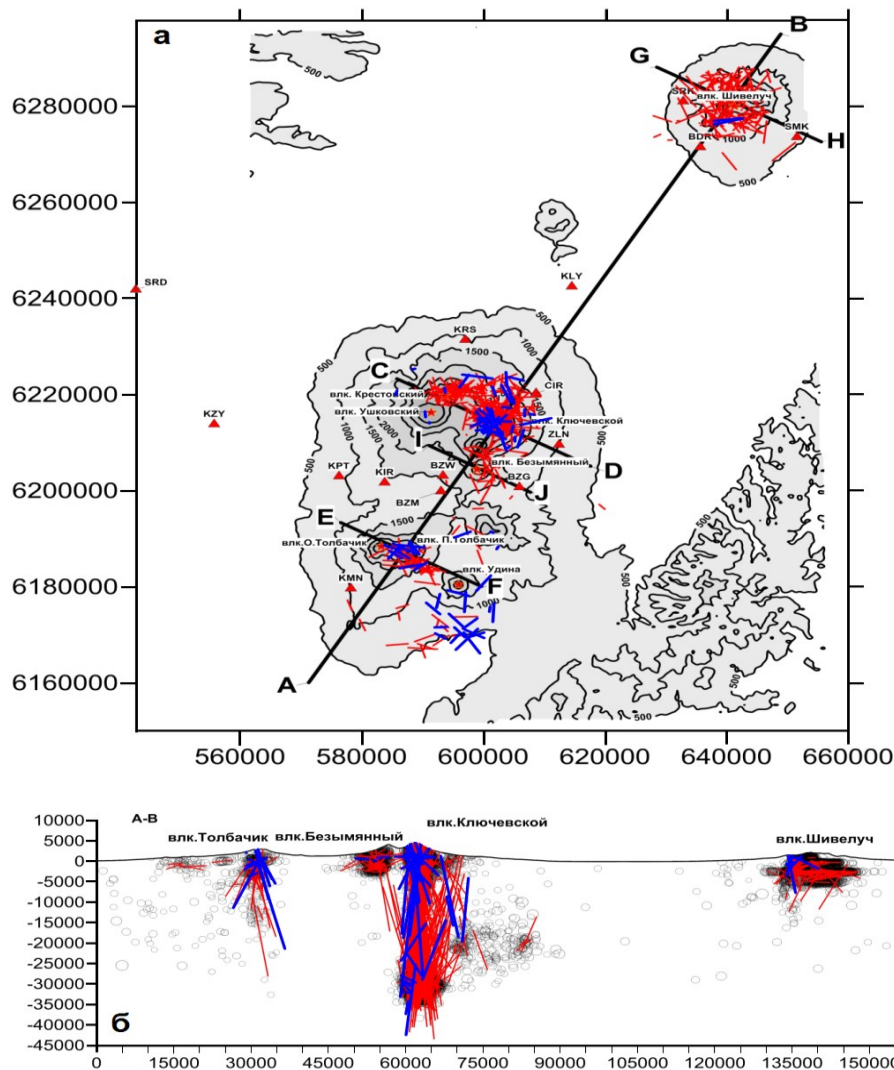


Рис. 2. Результаты кластеризации вулканических землетрясений Северной группы вулканов: а) горизонтальная проекция на топографической карте; б) вертикальный разрез по плоскости А-В. Красные линии – плоско-ориентированные кластеры за период 2000-2017 гг. Синие линии – плоско-ориентированные кластеры за 2025 г.

Сейсмическая и вулканическая активность вулкана Ключевской начала проявляться в апреле 2025 г. С 24 апреля в постройке Ключевского вулкана начали регистрироваться сейсмические события, многие из которых сопровождали взрывы в вершинном кратере. По данным сотрудников ЛИСВА вулкану Ключевской был присвоен «желтый» код активности, а 27 апреля 2025 года – «оранжевый» код активности. После мега-землетрясения, произошедшего 30 июля 2025 года в 11:24 местного времени в районе Авачинского залива, интенсивность извержения Ключевского вулкана значительно увеличилась. По данным сотрудников ЛИСВА со 2 августа 2025 года вулкану Ключевской был присвоен «красный» код активности. Магматическая деятельность вулкана Ключевской в периоды извержений представлена в виде плоско-ориентированных кластеров различного направления (рис. 2).

Сейсмическая и вулканическая активность вулкана Безымянный начала проявляться в ноябре 2025 года. С 8 ноября 2025 года начали регистрировать небольшое количество сейсмических событий и термальные аномалии. Сотрудниками ЛИСВА вулкану Безымянный был присвоен «оранжевый» код активности. С 26 ноября 2025 г. в постройке вулкана Безымянный начали регистрироваться события в большом количестве. Визуально были видны пепловые шлейфы, свечение над кратером в темное время суток. По спутниковым данным регистрировались большие термальные аномалии. По данным сотрудников ЛИСВА вулкану Безымянный 26 ноября 2025 года был присвоен «красный» код активности. Магматическая деятельность вулкана Безымянный во время извержения представлена в виде некоторого количества плоско-ориентированных кластеров различного направления.

Вулкан Плоский Толбачик в течение 2025 года была спокоен. По данным сотрудников ЛИСВА этому вулкану был присвоен «зеленый» код активности. Магматическая деятельность вулкана Плоский Толбачик представлена в виде плоско-ориентированных кластеров под вулканом различного направления.

В целом, результаты кластеризация гипоцентров вулканических землетрясений вулканов Северной группы показывают, что плоско-ориентированные кластеры расположены больше всего под вулканом Ключевской на глубине 35-40 км и на глубине 5 км, в постройке вулкана Безымянный, в постройке вулкана Шивелуч и под вулканом Плоский Толбачик, и имеют различное направление.

Выводы

Вулкан Ключевской в 2025 г. проявил два периода сейсмической и вулканической активности, один из которых был слабым, а второй – более интенсивным. Вулкан Плоский Толбачик в течение 2025 г. был спокоен, поэтому плоско-ориентированные кластеры расположены под вулканом. В постройке вулканов Шивелуч и Безымянный в период их сейсмической и вулканической активности получено некоторое количество плоско-ориентированных кластеров по гипоцентрам различного направления.

Работа выполнена с использованием данных, полученных на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира» [6]. Исследование выполнено по теме НИР № FWME-2024-0007 Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

Список литературы

1. *Кириухин А.В., Федотов С.А., Кириухин П.А.* Геомеханическая интерпретация локальной сейсмичности, связанной с извержениями и активизацией вулканов Толбачик, Корякский и Авачинский, Камчатка, 2008-2012 гг. // Вулканология и сейсмология. 2016. № 5. С. 1-8.
2. *Кириухин А.В. Федотов С.А., Кириухин П.А.* Магматические системы и условия глубинной гидротермальной циркуляции Ключевской группы вулканов по данным локальной сейсмичности и термогидродинамического моделирования // Вулканология и сейсмология. 2018. № 4. С. 3-14.
3. *Мелекесцев И.В., Хренов А.П., Кожемяка Н.Н.* Тектоническое положение и общий очерк вулканов Северной группы и Срединного хребта / Действующие вулканы Камчатки / Отв. ред. С.А. Федотов. М.: Наука, 1991. С. 74-78.
4. *Токарев П.И.* Вулканические землетрясения Камчатки / Отв. ред. И.А. Резанов. М.: Наука, 1981. 164 с.
5. *Федотов С.А.* Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд / Отв. ред. С.Л. Соловьев. М.: Наука, 1972. 116 с.
6. *Чеброва А.Ю., Чемарев А.С., Матвеев Е.А и др.* Единая информационная система сейсмологических данных в Камчатском филиале ФИЦ ЕГС РАН: принципы организации, основные элементы, ключевые функции // Геофизические исследования. 2020. Т. 21. № 3. С. 66-91.