

УДК 551.21

В. В. Иванов

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683 006;
e-mail: victor@kscnet.ru*

Ритмика извержений на Ключевском вулкане в XX — начале XXI столетий и вопросы прогноза его активности

На 91-летнем временном интервале с 1920 по 2010 гг. составлен каталог извержений гигантского андезибазальтового Ключевского вулкана, исследована цикличность его извержений, приведены оценки временных параметров извержений и циклов, дан пробный среднесрочный прогноз продолжения текущей серии его извержений. Полученные результаты будут способствовать выявлению факторов, влияющих на активные магматические системы, а также будут полезны для работы экспертных советов по прогнозу вулканических извержений.

Ключевской вулкан, крупнейший в Евразии, есть пример необычайно активного андезибазальтового вулкана, который выносит столько же вулканических продуктов, сколько остальные 69 действующих вулканов Камчатки и Курильских островов, вместе взятые [7, 8]. Его извержения происходят часто, в среднем одно извержение в два года [2, 4].

Известно, что извержения Ключевского вулкана, как и других вулканов мира, следуют нерегулярно во времени. Это может объясняться как внутренними процессами в областях зарождения магм и в магматических питающих системах вулканов, так и влиянием на них внешних космических и тектонических факторов [10, 11, 12, 13, 14]. Исследование ритмики извержений вулкана позволяет выявить влияющие факторы и оценивать время начала следующего извержения. В рамках подхода, ранее развитого Ф. Перре для вулкана Этна, все извержения Ключевского вулкана до 1971 г. были сгруппированы в серии близко отстоящих друг от друга событий, при этом серии были разделены сравнительно длительными интервалами покоя (паузами) [5, 6]. На этом основании, в активности вулканов выделяются вулканические циклы, состоящие из паузы и извержения, а также более длиннопериодные циклы активности, включающие длительную паузу и серию извержений [9]. Периоды обоих циклов варьируются во времени.

Целью работы является более полное исследование потока вулканических извержений Ключевского вулкана на более широком 91-летнем временном интервале с 1920 по 2010 гг. Данные об извержениях за 1920–1970 гг. взяты из работы [5], о более поздних извержениях из Бюллетеней вулканологических станций и статей из журнала «Вулканология и сейсмология», научных отчётов Института вулканологии ДВО РАН и работ [1, 2, 4].

На рис. 1 дано распределение извержений Ключевского вулкана на временном интервале с 1920 по 2010 гг. Выделено 7 циклов активности, каждый из которых включает серию от 1 до 14 извержений.

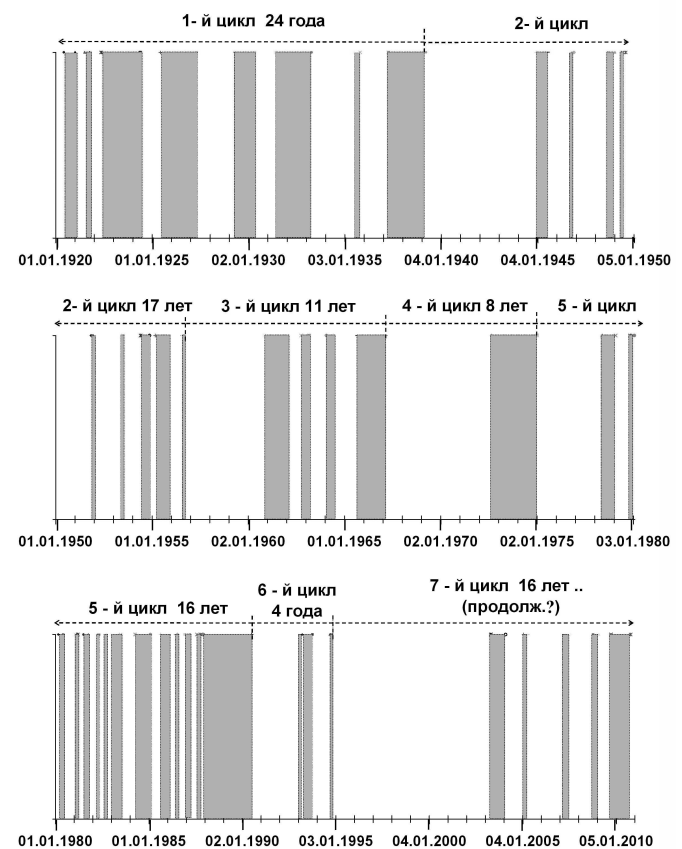


Рис. 1. Распределение извержений Ключевского вулкана в 1920–2010 гг. Ширина столбика отражает продолжительность извержения.

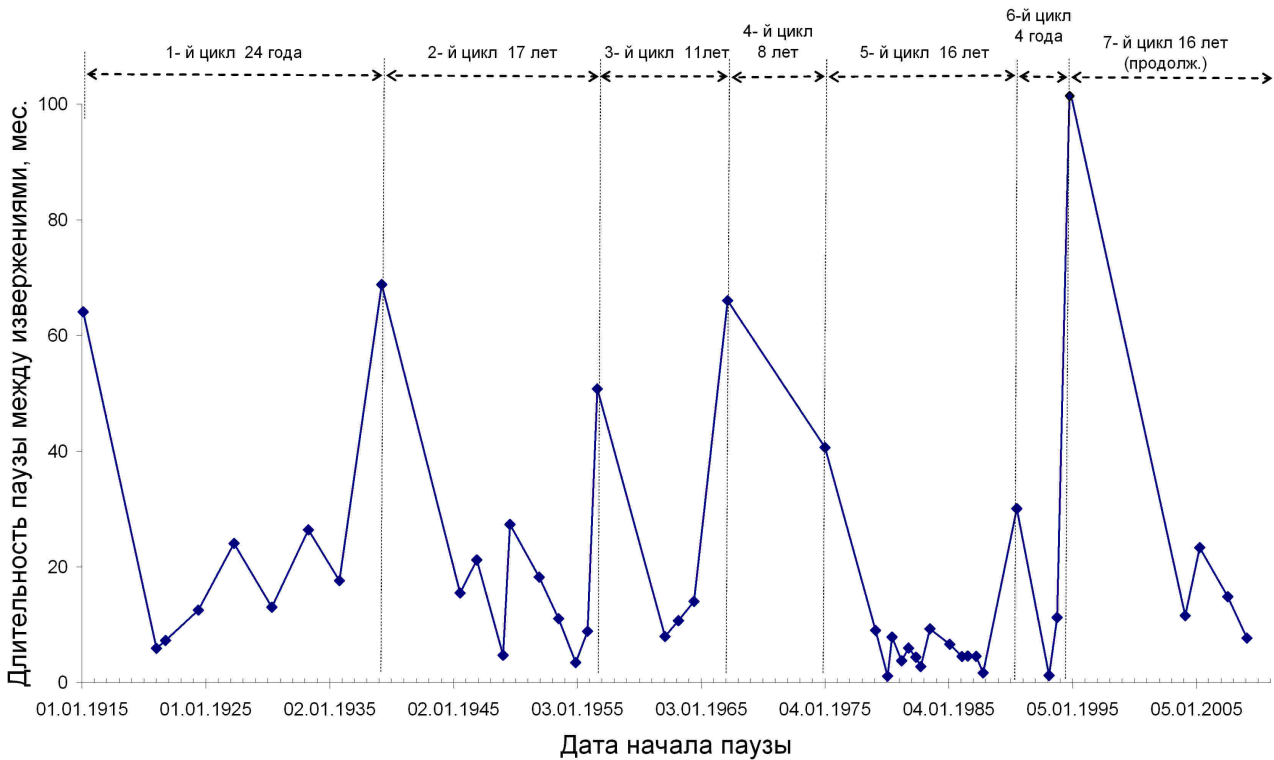


Рис. 2. Распределение длительности пауз между извержениями вулкана Ключевской с января 1915 по сентябрь 2010 гг.

Процедура выделения циклов активности и серий извержений заключалась в анализе длительности пауз между извержениями, распределение которых с 1915 по 2010 гг. показано на рис. 2. На этом рисунке находились абсолютные максимумы графика $\tau_{max k}$, за которыми следовали серии более коротких пауз. К коротким относились паузы, длительность которых τ_i удовлетворяла следующему эмпирическому неравенству:

$$\tau_i \leq 0,4 \tau_{max k},$$

где ($k = 1, \dots, 7$) — номер абсолютного максимума (длительной паузы), i — номера последующих, более коротких пауз. Тем самым при группировании учитывались неустойчивости потока вулканических извержений. Моменты абсолютных максимумов (на рис. 2 их семь) определяли границы циклов активности, а расположенные между ними более часто следующие извержения относились к сериям, принадлежащим этим циклам.

Анализ данных позволяет сделать следующие выводы:

1. На 91-летнем временном интервале с 1920 по 2010 гг. произошло 44 извержения, т. е. в среднем одно извержение в два года. Извержения занимали примерно 1/3 часть всего анализируемого времени, что указывает на беспрецедентно высокий уровень активности этого вулкана-гиганта. Длительности из-

вержений были от 0,4 до 31 мес., в среднем 7 мес.; паузы между извержениями в сериях — от 1 до 27 мес., в среднем 13 мес. Длительности периодов вулканических циклов — от 4 до 40 мес., в среднем 18 мес.

2. На временном интервале с 1915 г. по сентябрь 2010 г. выделяется 7 циклов активности и один, возможно, неполный (текущий). Периоды циклов активности составили от 4 до 24 лет, в среднем — 13 лет. Серии извержений каждого цикла включали от 1 до 14 событий и длились от 2 до 19 лет, в среднем — 9 лет.

3. В текущей серии произошло 6 вершинных извержений, последнее, шестое извержение, началось в сентябре 2009 г. и завершилось в ноябре 2010 г., его длительность была около 15 мес. Продолжительность серии составила 7,7 лет.

4. Длительности 6 предшествующих серий извержений (1920 по 1994 гг.) составили 19; 11,7; 6,3; 2,5; 12,7 и 2,0 лет. т. е. в прошлом всего три из шести серий были более продолжительными, чем текущая серия. Поэтому вероятность продолжения текущей серии извержений оценивается величиной, равной $\sim 0,5$. Таким образом, в данный момент для текущей серии извержений нельзя однозначно сказать, продолжится она или нет.

5. В том случае, если серия продолжится, начало следующего извержения Ключевского вулкана следует ожидать через 3–18 мес. после оконча-

ния последнего извержения, т. е. в интервале март 2011 г. — май 2012 г. Если же текущая серия завершится, то следующее извержение Ключевского вулкана следует ожидать только через 3–13 лет, т. е. в 2013–2023 гг.

6. Для повышения точности прогнозных оценок необходим более тщательный анализ данных с использованием более совершенных (двух и более) параметрических моделей потока вулканических извержений.

Список литературы

1. Иванов В. В. Новый эруптивный цикл Ключевского вулкана и прогноз его развития (за период 2003–2005 гг. и далее) // Материалы ежегодной конференции, посвящённой Дню вулканолога 30 марта – 1 апреля 2005 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН. 2005. С. 87–95.
2. Иванов В. В. Вулканическая и магматическая деятельность вулкана Ключевской в январе 1994 – июне 2009 гг. и прогноз его активности // Материалы ежегодной конференции, посвящённой Дню вулканолога 30–31 марта 2009 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2010. С. 39–49.
3. Иванов В. В. Сейсмологические предвестники вершинных извержений Ключевского вулкана на Камчатке (на примере вулканического дрожания). Автореф. дисс. кандидата геол.-мин. наук. Иркутск, 2011. 13 с.
4. Иванов В. В., Пономарёв Г. П. Ритмика извержений Ключевского вулкана и вопросы прогноза его активности // Вестник КРАУНЦ. №2(6). 2005. С. 48–61.
5. Кирсанов И. Т., Пономарёв Г. П., Штейнберг Г. С. Некоторые закономерности извержений Ключевского вулкана // Бюлл. вулканол. ст. 1973. №49. С. 93–98.
6. Пийп Б. И. Особенности извержений Ключевского вулкана // Тр. лаб. вулканологии АН СССР, Вып.13. М.: Изд-во АН СССР. 1958. С. 99–119.
7. Поляк В. Г., Мелекесцев И. В. Продуктивность вулканических аппаратов // Вулканология и сейсмология. 1981. №5. С. 22–37.
8. Токарев П. И. Количественная характеристика и повторяемость вулканических извержений // Вулканология и сейсмология. 1987. №6. С. 110–118.
9. Хренов А. П., Дзигало В. Н., Кирсанов и др. Вулкан Ключевской // Действующие вулканы Камчатки. Том.1, М.: Наука, 1991. С. 106–145.
10. Широков В. А. Влияние 19-летнего лунного прилива на возникновение больших камчатских извержений и землетрясений и их долгосрочный прогноз // Геологические и геофизические данные о Большом трещинном Толбачинском извержении 1975–1976 гг. М.: Наука. 1978. С. 164–170.
11. Широков В. А. О взаимосвязи перемещений географических полюсов с сильными землетрясениями и извержениями вулканов Земли // Материалы ежегодной конференции, посвящённой Дню вулканолога 28–31 марта 2007 г. Петропавловск – Камчатский: ИВиС ДВО РАН. 2007. С. 190–201.
12. Широков В. А. Влияние общепланетарных факторов на возникновение сильных вулканических извержений Земли и проблема их долгосрочного прогноза // Материалы ежегодной конференции, посвящённой Дню вулканолога 27–29 марта 2008 г. Петропавловск – Камчатский: ИВиС ДВО РАН. 2008. С. 305–314.
13. Широков В. А., Серафимова Ю. К. О связи 19-летнего лунного и 22-летнего солнечного циклов с сильными землетрясениями и долгосрочный сейсмический прогноз для северо-западной части Тихоокеанского тектонического пояса // Вестник КРАУНЦ. 2006. №2(8). С. 120–133.
14. Широков В. А., Серафимова Ю. К. Прогноз сильных извержений вулканов Тихоокеанского тектонического пояса на ближайшие 20 лет на основе применения метода фазовых траекторий // Вестник КРАУНЦ. 2008. №2(12). С. 154–163.