АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО РЯДА СРЕДНЕГОДОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОБЩЕПЛАНЕТАРНОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ИНДЕКСА (VEI) ЗА ПОСЛЕДНИЕ ~ 400 ЛЕТ. О ВОЗМОЖНОЙ СВЯЗИ С СОЛНЕЧНОЙ И ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Комитов Б.П.¹, Кафтан В.И.²

¹*Институт астрономии с НАО, БАН, София, Болгария*

²*Геофизический центр РАН, Москва, Россия*

A TIME SERIES ANALYSIS OF THE MEAN ANNUAL PLANETARY VOLCANIC INDEX (VEI) DURING THE LAST ~ 400 YEARS. ON THE POSSIBLE RELATIONSHIPS WITH THE SOLAR AND GEOMAGNETIC ACTIVITY

Komitov B.¹, Kaftan V.²

¹*Institute of Astronomy and NAO, BAS, Sofia, Bulgaria;*

²*Geophysical Center of RAS, Moscow, Russia*

The preliminary results from data analysis of the mean annual volcanic eruption numbers (N_{er}) as well as of the mean annual planetary volcanic index (VEI) for the last ~ 460 years from the middle of 16th century up to 2014 AD are presented in this study. The Global Volcanism Program data base of Smithsonian Institute- Museum of Natural History is used. A statistically certain cycles by duration of 11, 19-26, ~60 and 240–250 years in the annual new-generated volcanic eruption number time series has been established. There are analogues in the solar and geomagnetic activity for the first two cycles, while for the third one only preliminary hypothesis are given. Trigger mechanisms of solar and geomagnetic activity over the volcanic activity are briefly discussed.

DOI: 10.31725/0552-5829-2019-229-232

Введение

В настоящем исследовании поставлены две основные задачи:

1). Построение временного ряда годовых чисел, впервые зарегистрированных (в рамках календарного года) вулканических извержений, и исследование существования статистически значимых циклов и трендов. Поиск гелиогеофизических аналогов выявленных осцилляций.

2). Исследование наличия связей между экстремумами солнечных 11-летних циклов и мощных вулканических извержений (эруптивный индекс $VEI \geq 5$).

Данные и методы

В качестве эмпирического материала использованы данные о вулканических извержениях, хранящиеся в архиве Global Volcanism Program Смитсоновского музея естественной истории (<https://volcano.si.edu>). На основе этих данных можно построить относительно достоверный времен-

ной ряд общепланетарной вулканической активности, начиная примерно с 1550-го года.

Используя данные из вышеупомянутого архива для 6016 извержений в интервале 1551–2014 гг. был построен временной ряд годовых чисел новых вулканических извержений (N_{err}). Активные вулканические события текущего года, начало которых имело место в предыдущие годы, из ряда были исключены.

Полученный таким образом ряд величин N_{err} показан на рис. 1 (слева). Как видно, он содержит крутой восходящий тренд. С высокой степенью уверенности можно считать, что он связан, прежде всего, с уменьшением пропусков данных в течение всего исследуемого интервала. Не исключено, что некоторый вклад в этом тренде может также создавать какой-то реальный эффект, но пока это трудно доказать или опровергнуть.

Рис. 1.

После устранения тренда полученный ряд остатков был сглажен пятилетним скользящим временным окном, и впоследствии исследован на предмет присутствия в нем статистически значимых циклов при помощи Т-Р периодограммного и вейвлет анализов [1, 2]. Результаты обсуждаются ниже.

Результаты и анализ

Сглаженный ряд остатков показан на рис. 1 (справа). На рис. 2 (слева) показан Т-Р спектр (кореллограмма) этого ряда, справа – соответствующая скейлограмма вейвлет-анализа. На Т-Р кореллограмме видны статистически значимые 11-летний цикл «мультиплет» в интервале 19–25 лет, а также циклы с продолжительностью ~61.5 и ~249.5 лет. Признаки этих колебаний заметны также и на вейвлет-скейлограмме.

Первые три цикла имеют аналоги в солнечной и геомагнитной активности. Одиннадцатилетние колебания слабо выражены, но квазидвадцатилетний солнечный магнитный цикл, по всей видимости, имеет значительный вклад в формирование «мультиплета». Для шестидесятилетних колебаний имеет место их заметное присутствие в некоторых рядах солнечных

и геомагнитных индексов, в т.ч. среднеширотных сияний, скорости образования «космогенного» изотопа ^{10}Be и др.

Рис. 2.

Установлена концентрация сильных вулканических извержений в эпохи экстремумов 11-летних солнечных циклов. Приблизительно 85% извержений, у которых $\text{VEI} \geq 5$, произошли в интервалах шириной ± 2 года, и 44% в интервалах шириной ± 1 год, относительно моментов солнечных экстремумов. Среди самых мощных извержений ($\text{VEI} \geq 6$) приуроченность к солнечным экстремумам выражена еще сильнее. Все 8 вулканических извержений этой группы произошли в интервале ± 2 года вблизи солнечных экстремумов, а 85% – в интервале ± 1 год. Соотношение случаев извержений во время солнечных максимумов к имеющим место во время минимумов почти одинаково для $\text{VEI} \geq 5$ (51.2% и 48.8% соответственно).

Дискуссия

Возможные физические механизмы влияния солнечной и геомагнитной активности на вулканические процессы по нашему мнению связаны с пьезоэлектрическими явлениями в верхних частях континентальной литосферы, которые могли бы иметь место во время сильных геомагнитных бурь. Другая возможность – микрофлуктуации скорости вращения Земли, вызванные индуцированными токами в её глубинах во время сильных геомагнитных бурь. Не исключено, что во время солнечных минимумов какую-то роль могли бы иметь изменения электрических потенциалов между ионосферой и внешней литосферой, вызванные потоками галактических космических лучей (ГКЛ).

Три гипотезы являются наиболее вероятными для объяснения происхождения ~250-летнего цикла. Согласно первой, он связан со специфическими центрами активности на Солнце, такими как «гигантские» группы солнечных пятен, которые видны невооруженным глазом. Предполагается, что эти крупные области могут быть источниками сильных солнечных

вспышек. Для этих групп солнечных пятен выявлена ~250-летняя цикличность [3]. Вторая гипотеза связана с возможным индуцированным влиянием магнитосферы планеты Венеры на параметры солнечного ветра и межпланетного магнитного поля в окрестностях Земли. Третья гипотеза предполагает приливно-резонансные эффекты со стороны Венеры на литосферу Земли. По нашему мнению, эта гипотеза маловероятна. В этом случае, как и во второй гипотезе, должен наблюдаться ~240-летний цикл.

Литература

1. *Komitov B.* The Schöve's series. Centural and Supercentural variations of the solar activity. Relationships between adjacent 11-year cycles // *Bulg.Geoph.J.*, 1997, V. 23. P. 74-82.
2. *Torrence C., Compo G.P.* A Practical Guide to Wavelet Analysis // *Bul. Am. Meteor. Soc.* 1998, V. 79. P. 61-78.
3. *Vaquero J.M., Gallego M.C., Garcia J.A.* A 250-year cycle in naked-eye observations of sunspots // *Geophys.Res.Lett.*, 1997, V. 29. P. 20