

ТРИГГЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЯВЛЕНИЙ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА ЗЕМНУЮ ТЕКТониКУ И ИХ ВОЗМОЖНОЕ ВЛИЯНИЕ НА КЛИМАТ

Комитов Б.П.¹, Кафтан В.И.²

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

²*Геофизический центр РАН, Москва, Россия*

SPACE WEATHER PHENOMENA TRIGGER FORCING EFFECTS OVER EARTH TECTONICS AND A POSSIBLE INFLUENCE OVER CLIMATE

Komitov B.P.¹, Kaftan V.I.²

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

²*Geophysical Center RAS, Moscow, Russia*

<https://doi.org/10.31725/0552-5829-2023-175-178>

A main tasks in the present study are two: 1. The test of possibility for detecting a probable strong solar flares and lower ionosphere events (SIDs) moments on base of white light telescopic observations, which are based on Greenwich daily sunspot groups catalog data (1874–1976) and related to him catalogs, supported by David Hathaway (up to present); 2. Searching for possible trigger effects for strong volcanic eruptions and/or earthquakes generation. A detailed analysis for 8 earthquakes ($M \geq 7$) and 3 volcanic eruptions ($VEI = 6$) during the last 150 years has been provided and a positive result for 8 from these events has been obtained. The further development of the thematic could successfully helps for studying of space weather trigger effects over Earth tectonics no only since 1874 AD, but also, in more remote past. Some of these events have been accompanied by significant climatic effects.

1. Введение

Наши прежние исследования [1, 2] связаны с проблемой триггерных связей между явлениями в нижней ионосфере и тектоническими событиями (ТС), такими как землетрясения и вулканические извержения. Были найдены очевидные факты того, что солнечными причинами этих триггерных воздействий в эпохах максимумов солнечных около 11-летних циклов являются солнечные рентгеновские вспышки средней и большой мощности классов М и Х. Из-за возникновения внезапных возмущений (SID) в нижнем ионосферном слое D, а также и из-за вторгающихся в среднюю и нижнюю атмосферу Земли солнечных протонов высокой энергии, возникают колебания интенсивности электрического поля между ионосферой и литосферой. В разломных зонах эти эффекты могут запускать тектонические явления. Важным дополнительным условием при этом является предшествующее накопление околокритической энергии в очагах сейсмических событий. В качестве примера детально рассмотрены извер-

жение вулкана Пинатубо июня 1991 г., а также мегаземлетрясения в Мексике (М8.1, сентябрь 2017 г.) и Чили (М8.2, апрель 2014 г.)

2. Группы солнечных пятен, космическая погода и мощные тектонические события

Однако существует серьёзное ограничение временного интервала использования таких данных. Они являются полностью или относительно непрерывными с конца 1950-х, а конкретно для солнечных рентгеновских вспышек – с конца 1960-х годов. Таким образом, большое число мощных тектонических явлений XIX и XX века, о которых есть достаточно надёжная и подробная информация, не могут быть использованы для проверки наших предположений.

Мы предположили, что данные суточных телескопических наблюдений о площади, видимом расположении и морфологическом классе групп пятен на диске Солнца, которые опубликованы в Гринвичском каталоге групп солнечных пятен и его продолжении, разрабатываемом Дэвидом Хатауэем (<https://solarscience.msfc.nasa.gov/greenwch.shtml>), могут в определенной степени быть использованы для реконструкции солнечно-тектонических связей на протяжении последних ~250 лет. По этим данным на основе величины и изменения площади, а также морфологического класса групп пятен можно делать выводы не только об их вспышечном потенциале, но также с большой вероятностью о том, были ли значительная вспышка и солнечное протонное событие (SEP) случайными в соответствующий или предшествующий моменты. Далее, это можно связать с зарегистрированным вскоре после потенциальной вспышки мощным тектоническим событием.

В нашей работе использованы данные из тех же источников, что были использованы нами прежде, плюс ежедневные данные о наблюдаемых параметрах групп солнечных пятен в белом цвете (<https://solarcienc.msfc.nasa.gov/greenwich>).

3. Результаты, анализ и выводы

Для тестирования были выбраны 11 событий из самых мощных ТС за последние 150 лет. Из них 3 являются вулканическими извержениями (Кракатау 1883 г., Мон Пеле 1902 г. и Пинатубо 1991 г.), а остальные – землетрясениями. За исключением извержения Мон Пеле, все остальные ТС относятся к эпохам высокой солнечной активности. В таблице на рис. 1 показаны данные о четырех, по нашему мнению, самых типичных случаях. Для первого из них (Пинатубо 1991 г.) имеется обширная информация – наземные наблюдения группы солнечных пятен, геомагнитная активность, инструментальные спутниковые и наземные данные о космической погоде вблизи моментов самых активных событий, связанных с серией выбросов вулканического материала между 07 и 15 июня 1991 г. Для

второго ТС (Великое Чилийское землетрясение 22 мая 1960 года) спутниковые данные о рентгеновских солнечных вспышках отсутствуют, но имеются данные о SID и GLE.

Тектоническое событие (ТС)	Группа солнечных пятен, S	магнитный/морф.класс	Трансформация класса группы пятен	SID до ТС	вспышки SEP/GLE до ТС	Геомагнитная активность до ТС	Явления после ТС
извержение вулкана Пинатубо 07-15 июня 1991; VET=6	AR06659; 07 июня S=3043 11 июня S=3057 15 июня S=934	класс A и B	08 июня , класс A->B; 15 июня класс B->A	15 SID балла 3+ между 06-15 июня	X12 и M4.2- 06 июня; X10- 09 июня X12-11 июня M11 и M5.5-11 июня; M2.4-12 июня M1.8, M5.4 и M2.2- 13 июня; M7.3-14 июня X12- 15 июня GLE; 11-15 июня	почти непрерывная геомагнитная активность (Kp=>4) в интервале 06-15 июня	до 14 июня - нет однозначности из-за перекрытия событий, 15 июня - геомагнитная буря сразу вслед за последней eruption вулкана
Великое Чилийское землетрясение 22 мая 1960; M=9.5	первая группа 16 мая S=1770 20 мая S=2470 22 мая S=1765 вторая группа 16 мая --- 20 мая S=300 22 мая S=1110	RGO класс 7 и для обеих групп	нет	долгое SID событие баллом 3+ 21-22 мая	вероятная вспышка большой мощности (X1.0+) 21 мая	3-часовой активный период (Kp=4) около 6 часов до ТС	геомагнитная буря (Kp=5) около 18-20 часов вслед за ТС
"Чирпанское землетрясение 14 апр. 1928 ; M=7.0	группа пятен 12 апр. S=770 13 апр S=990 15 апр. S=750	RGO класс 6	нет	вероятное SID событие 14 апреля	вероятная вспышка большой мощности (X1.0+) 14 апр.	нет	нет
извержение вулкана Мон Пеле 08 мая 1902 VET=6	нет	нет	нет	нет	нет	нет	геомагнитная буря (Kp=5) сразу вслед за ТС

Рис. 1. Таблица основных результатов для четырех исследованных ТС

Анализируя таблицу об этих двух ТС можно заключить, что:

1. Тектонические события следуют за крупными солнечными вспышками и связанными с ними внезапными ионосферными возмущениями (SID). Их наступление почти или совсем не связано с геомагнитными бурями. Это косвенно указывает на то, что обусловленные солнечной активностью триггерные активизации ТС реализуются, прежде всего, за счет прямого воздействия солнечных вспышек на нижнюю ионосферу и наведенных электрических полей между последней и тектоническими очагами

в верхней литосфере. Другим менее вероятным объяснением является триггерный эффект от солнечных протонных событий и связанных с ними радиационных бурь и GLE.

2. Иногда после ТС возникает геомагнитная активность, которая является индикатором обратного влияния ТС на магнитное поле Земли

3. Использование визуальных наблюдений больших пятен (площадь S около 800–1000 мчсд или более), как грубого индикатора вспышечной активности Солнца и, впоследствии, индикатора триггерного эффекта для ТС, по нашему мнению, оправдано для более ранних эпох, когда инструментальных наблюдений вспышечной активности Солнца не было. Это имеет место также, например, при анализе данных Чирпанского землетрясения 1928 года. В этом случае большая группа солнечных пятен достигла максимума в интервале 12–24 часа возле момента ТС. Около полудня 14 апреля 1928 г. в этой солнечной области была сгенерирована солнечная вспышка и связанное с ней SID-явление. Последнее вызвало повышение интенсивности местного электрического поля между поверхностью Земли и нижней ионосферой в районе эпицентра, что проявилось также в возбужденном поведении животных около 1–1.5 часов до сейсмического толчка.

4. Для Армянского (Спитакского) 1988 г. и Индонезийского Землетрясения 26 декабря 2004 г. триггерный эффект, связанный с явлениями космической погоды, не установлен.

Следует также отметить, что триггерное воздействие процессов космической погоды на ТС может косвенно влиять на климат двумя способами:

1. Через колебания продуктивности аэрозолей в атмосфере из-за влияния космической погоды на вулканическую активность и эмиссию кислотных газов;

2. Колебания интенсивности электрического поля между литосферой и ионосферой оказывают влияние на пространственное распределение аэрозольных ядер и впоследствии на условия возникновения и распределения облаков.

Литература

1. *Komitov B., Kaftan V.* “Danjon Effect”, Solar-Triggered Volcanic Activity and Relation Climate Change // Russian Journal of Earth Sciences, 2022, Vol. 22, ES6005 <https://doi.org/10.2205/2022ES000803>
2. *Komitov B., Kaftan V.* The Lower Ionosphere and Tectonic Processes on Earth // Geomagnetism and Aeronomy, 2023, Vol. 63, No. 7, pp. 176–184 (в печати).