

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СВЯЗИ ДИНАМИКИ СОЛНЕЧНОЙ ПЛАЗМЫ И ПРОЦЕССА ГЕНЕРАЦИИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Для изучения 11-тилетней динамики Солнца, как внешнего процесса, оказывающего влияние на динамику тектонических плит планеты Земля, было проведено достаточно много исследований, основанных именно на такой большой временной длительности этого периода. Но, как известно, периодичность реализации разрушений тектонических плит может иметь и другие временные параметры, которые могут быть короче или длиннее, чем 11 или 22 года. В данной работе представлен корреляционный анализ допустимо минимального короткопериодного временного интервала процессов реализации землетрясений и динамики солнечной плазмы.

Ключевые слова: солнечные пятна; число Вольфа; сейсмическая активность; землетрясения; корреляционная функция.

Введение

Внешние влияния на сложные тектонические процессы изменений структур земной коры и мантии не ограничиваются только лишь гравитационными воздействиями Луны и Солнца. Как известно, Солнце оказывает и прямое электромагнитное воздействие на магнитное поле Земли посредством выбросов больших объемных облаков плазмы в период своей 11-тилетней активности [Ораевский и др., 2003].

Динамика Солнца

Наиболее эффективным методом изучением этого процесса является исследование пространственно-временных распределений направлений наиболее активных плазменных потоков на Землю. На рис. 1 показаны такие плазменные потоки, происходившие с 3-го по 24 января 2012 года. В активном графическом варианте результаты этих исследований особенностей движения потоков солнечной плазмы в направлении на Землю как динамический GIF рисунок можно посмотреть здесь: [The Integrated...]. На этом динамическом графике хорошо видно, что уровень взаимодействия магнитного поля Земли и облака солнечной плазмы носит высокий уровень случайности, обусловленный

пространственно-временной неоднородностью потока этой плазмы.

Скорость потоков плазмы Солнца

Японским космическим агенством было проведено экспериментальное исследование распределения скорости солнечного ветра вдоль траектории космического спутника „Суиссеи” [Баранов, 2005] (рис. 2). Результат этих экспериментальных измерений сравнивается с данными теории (сплошная кривая). На этом рисунке видно, что получено очень хорошее совпадение. Даже скачок скорости в головной ударной волне (как видно на рис. 2, этот скачок был зафиксирован аппаратом примерно в 15h UT) совпал по величине и положению на выходной части траектории „Суиссеи” (на входном участке прибор, измерявший скорость, не работал). На этом рисунке хорошо видно, что изменение скорости движения потоков солнечной плазмы может быть в диапазоне от 30 км/с до 500 км/с. На основании ограниченности периода времени этих измерений скорости потока солнечной плазмы можно сделать предположение, что пределы этого скоростного параметра могут быть в большем диапазоне, например от 10 км/с до 1100 км/с.

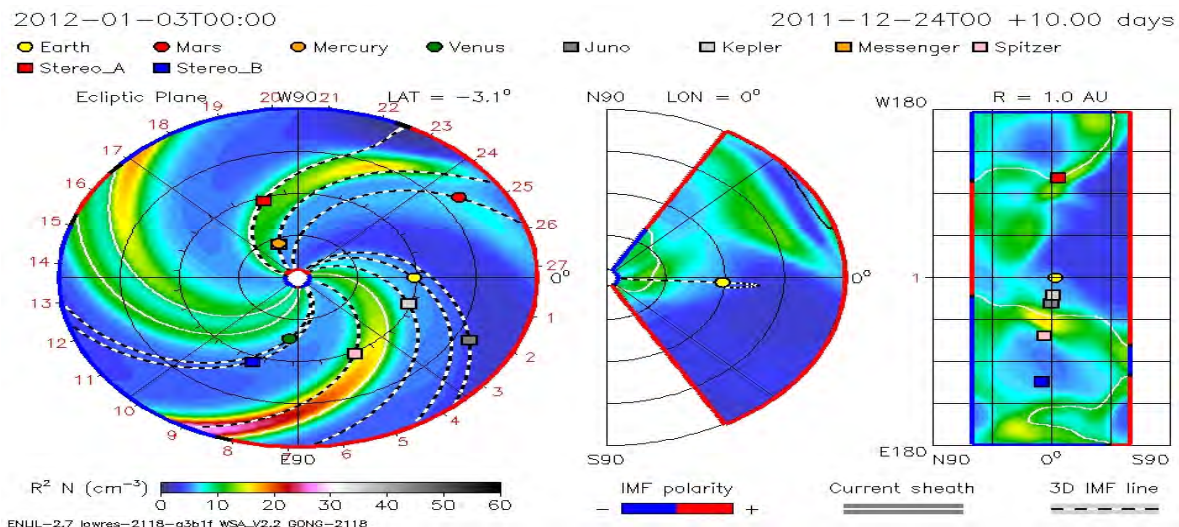


Рис. 1. Потоки солнечной плазмы на планеты, окружающие Солнце с 3-го по 24 января 2012 года. Планета Земля отмечена желтым кругом. [The Integrated...]

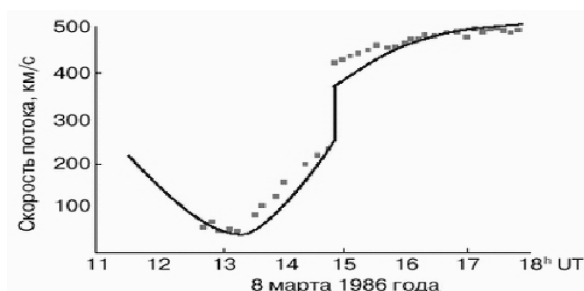


Рис. 2. Теоретическое (сплошная линия) и экспериментально измеренное 8 марта 1986 года вдоль траектории спутника „Суиссей” изменения скорости потока солнечного ветра (UT - всемирное время)

11-летняя динамика плазмы Солнца и уровень сейсмической активности

Число Вольфа является наиболее известным и оптимально подобранным параметром для изучения уровня солнечной активности, которое достаточно хорошо отражает периодические временные изменения динамики выбросов солнечной плазмы. Для изучения влияния уровня интенсивности солнечных пятен, измеряемых числом Вольфа в ИГ НАНУ была разработана информационная компьютерная система для сбора и отображения накопленных параметров данных всемирных землетрясений распределенных по всем тектоническим зонам планеты Земля в виде базы данных MySQL определенной структуры. Автоматизированная система сбора числа Вольфа позволила связать отображение уровней этого параметра с числом землетрясений. Все собранные числа Вольфа за три года расположены в виде текстовых файлов в определенных папках FTP сервера. Для примера сбора чисел Вольфа можно

посмотреть этот интернет линк FTP сервера [Sun-spots...]. В этом файле содержатся все числа Вольфа, накопленные за весь текущий 2013 год. Для просмотра чисел Вольфа для 2011 или 2012 года нужно изменить номер года в вышеуказанной интернет ссылке. Пространственное распределение максимально возможных землетрясений, произошедших именно в период изменения числа Вольфа можно наблюдать на карте GoogleMap [Epicenters...]. На этой карте хорошо видно, что наиболее сильное влияние динамика солнечных пятен оказывает на хорошо известные сейсмически активные районы планеты Земля: атлантические, тихоокеанские и индонезийские. Комплекс веб-страниц, отражающих магнитудное распределение сейсмических событий для разных сейсмоактивных областей планеты Земля можно смотреть здесь [Histogram...]. На этой веб-странице мы видим отображение разных уровней влияния числа Вольфа на землетрясения (рис. 3).

Корреляция

Наиболее достоверным и давно разработанным методом математического исследования уровня подтверждения или опровержения связи каких-либо двух процессов является их корреляционный анализ. Коэффициент корреляции может иметь значение от -1 до $+1$. По величине рассчитанного коэффициента корреляции можно судить о наличии либо об отсутствии стохастической зависимости: $0 \div \pm 0,3$ – отсутствует; $\pm 0,3 \div \pm 0,5$ – слабая; $\pm 0,5 \div \pm 0,7$ – умеренная; $\pm 0,7 \div \pm 1$ – сильная. Хорошо всем известно, что если коэффициент корреляции больше нуля, то зависимость прямая, если меньше – обратная. Если коэффициент равен ± 1 – связь между величинами является функциональной.

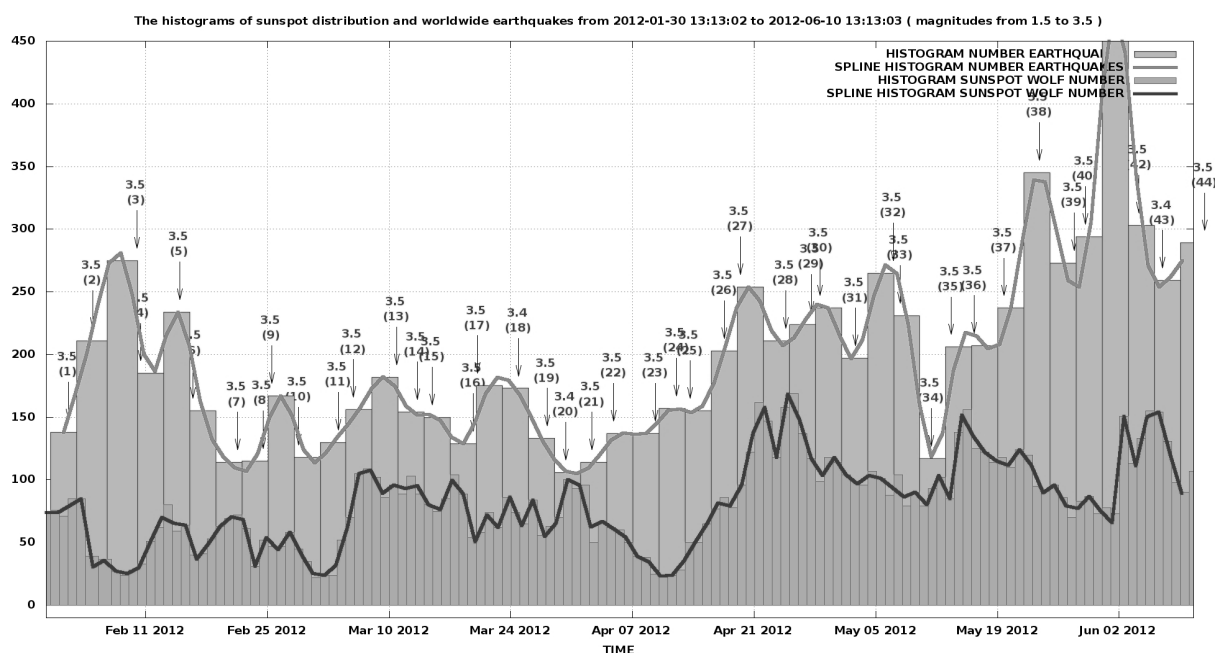


Рис. 3. Пример гистограмм, отражающих временные изменения числа землетрясений (светло-серый цвет) в зависимости от временных изменений числа Вольфа (темно-серый цвет)

Выводы

В результате расчета коэффициента корреляции в данной работе было найдено, что именно достаточно *умеренная* корреляционная связь осуществляется между динамикой солнечных пятен и временным изменением количества генерированных ею землетрясений. Три максимальных коэффициента корреляции равны 0,562, 0,566 и 0,561

для скоростей солнечной плазмы 42 км/с, 58 км/с и 120 км/с соответственно. (рис. 4). Этот результат расчета коэффициента для короткого периода наблюдений совпадает с результатом расчета корреляции для достаточно большого периода измерений [Nikouravan, et al., 2012]. График результата зависимости коэффициента корреляции от скорости потока солнечной плазмы показан на рис. 4.

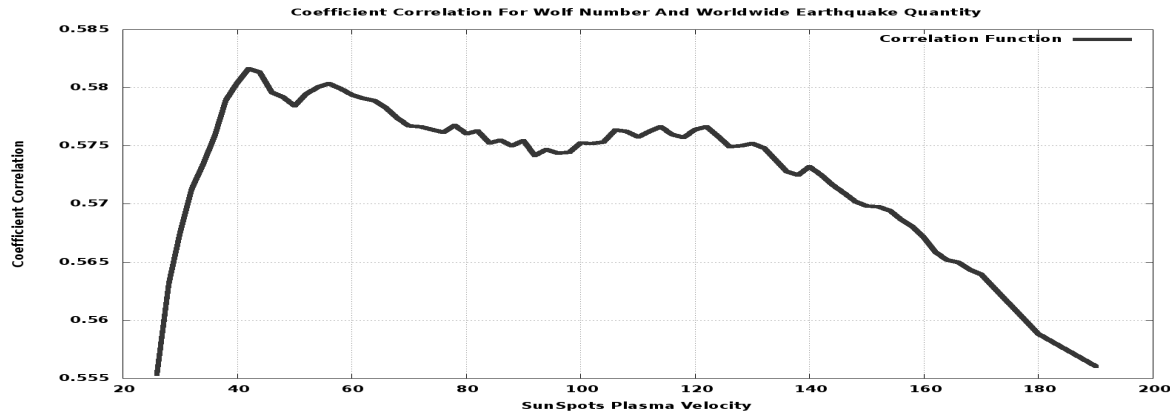


Рис. 4. Зависимость коэффициента корреляции между уровнем сейсмической активности и числом Вольфа от скорости солнечной плазмы

Литература

- Баранов В.Б. Газодинамическое взаимодействие кометных атмосфер с солнечным ветром. МГУ им. М.В. Ломоносова. – 2005.
- Ораевский В.Н., Кузнецов В.Д. Солнечно-земная физика и фундаментальные космические исследования. ИЗМИРАН. – 2003.
- Bijan Nikouravan, J. J. Rawal, Rahman Sharifi and Mahmoud Nikkhah. Probing relation between solar activities and seismicity. International Journal of the Physical Sciences Vol. 7(24), P. 3082-3088,

- 22 June, 2012. <http://www.academicjournals.org/IJPS>
- Epicenters last earthquakes on Google Map. http://seismo.kiev.ua/GoogleMap/SunSpot/GoogleMapForBigEq_04_05.html
- Histogram for temporal distribution earthquakes. http://seismo.kiev.ua/cgi-bin/SunSpot/HistEqAndSunspot_04_05.cgi
- Sunspots Wolf Numbers For 2013 year. <ftp://194.44.29.164/pub/SunSpotsLong/SunSpotsNumber2013.d>
- The Integrated Space Weather Analysis System. <http://iswa.gsfc.nasa.gov/iswa/iSWA.html>

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЗВ'ЯЗКУ ДИНАМІКИ СОЛЯНОЇ ПЛАЗМИ І ПРОЦЕСУ ГЕНЕРАЦІЇ ЗЕМЛЕТРУСІВ

С.В. Щербіна

Для вивчення 11-тирічної динаміки Сонця, як зовнішнього процесу, що виявляє вплив на динаміку тектонічних плит планети Земля було проведено досить багато досліджень, заснованих саме на такій великій часовій тривалості цього періоду. Але, як відомо, періодичність реалізації руйнувань тектонічних плит може мати й інші часові параметри, які можуть коротші або довші, ніж 11 або 22 років. У даній роботі представлений кореляційний аналіз допустимо мінімального короткоперіодного тимчасового інтервалу процесів реалізації землетрусів і динаміки сонячної плазми.

Ключові слова: сонячні плями; число Вольфа; сейсмічна активність; землетруси; кореляційна функція.

CORRELATION ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF SOLAR PLASMA AND GENERATION OF THE EARTHQUAKES

S.V. Shcherbina

To study the 11-year Sun dynamics as an external process that influences the dynamics of the tectonic plates of the planet Earth held a lot of studies based on such a large time duration of this period. But as is known, the frequency of the destruction of tectonic plates may have other timing parameters that may be shorter or longer than 11 or 22. This paper presents a correlation analysis of short-period permissible minimum time interval of the earthquake processes and dynamics of the solar plasma.

Key words: sunspots, Wolf number, seismic activity, earthquakes, correlation function.