

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И ТЕКТОНОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

© 2015 г. С.Р.Оганесян*, Т.Н.Бондарь**

**Северная Служба Сейсмической защиты ГНКО РА
3115, Гюмри, ул.В.Саргсяна 5а, Республика Армения
E-mail: hovsat@mail.ru.*

***Институт Земного Магнетизма, Ионосферы и Распространения Радиоволн,
АН Российской Федерации
Поступила в редакцию 05.03.2015 г.*

В статье представлен материал наблюдений солнечной активности и тектономагнитного поля, полученный для территории Восточной Армении. Их сопоставление показало, что между ними существует определенная корреляционная связь, которая активно функционирует при уравновешенном заряженном состоянии тектономагнитного поля, играя роль спускового механизма землетрясений.

Изменение интенсивности солнечной радиации, поступающей на внешнюю границу земной атмосферы и поверхности Земли, создает разнообразные геоэффекты, выражающиеся активизацией сейсмичности и вулканизма, а также изменением климата (Шварцман и др. 2008; Высоцкая 2008). Материалы по исследованию физики геоэффектов и попытке выявления статистической связи с солнечной активностью представлены в работах (Сытинский 1973, Белов и др. 2009; Обридко и др. 2013). Эти и другие исследования в области солнечно-земных связей выявили цикличность в сейсмической и вулканической активности Земли и их корреляционной связи с солнечной активностью, на основе которых возможен долгосрочный прогноз сильных землетрясений. Обобщение недавних наблюдений солнечно-суточных вариаций (S_q) с сопоставлением сильных землетрясений по земному шару показывает, что они происходят при минимуме S_q вариаций. Исходя из этого, отметим, что Спитакское землетрясение (07.12.1998; $M=7$) не является исключением. Оно произошло в 11ч 41мин (мест. время), когда в эпицентре Спитакского землетрясения S_q вариация имела минимальное значение. Авторы работы (Duma G., Ruzhin Y., 2003) эту связь объясняют законом электродинамики. Согласно основным принципам этого закона, электрические кольцевые токи, протекающие в дневное время в ионосфере, индуцируют в земной коре магнитное поле с магнитным моментом M . Вектор M направлен под прямым углом к горизонтальной плоскости кольцевого тока и выражается как:

$$M = \mu_0 \cdot I \cdot (D^2 - \frac{\pi}{4})$$

где μ_0 – магнитная проницаемость части атмосферы от земной поверхности до плоскости кольцевых ионосферных токов, I – величина кольцевых токов, D – диаметр области индуцированных токов в земной коре. Магнитный момент M рассматривается как эквивалент магнитного стержня, расположенного перпендикулярно поверхности Земли. В результате взаимодействия магнитного момента M и полного вектора индукции геомагнитного поля T возникает крутящий момент, который действует на литосферу, создавая в земной коре добавочные механические напряжения.

Обнаруженную корреляционную связь минимума солнечно-суточных вариаций ГМП с моментом времени, происходящих землетрясений, можно объяснить и другим физическим явлением. Существует такой еще немаловажный эффект, как магнитострикция горных пород, способная при вариации ГМП создавать добавочные напряжения в земной коре. Линейный компонент магнитострикции выражается:

$$\lambda_s = \frac{\beta \cdot I_s^2}{3\chi_0}$$

где β – пьезомагнитный коэффициент, I_s – намагниченность насыщения, χ_0 – начальная магнитная восприимчивость горных пород.

Если принять за $\beta=10^{-5}\text{кг/см}^2$; $I_s=10^{-2}\text{CGSM}$ и $\chi_0=10^{-3}\text{CGSM}$, которые характерны для Ашотской сейсмоактивной зоны, то получим:

$$\lambda_s=10^{-7}$$

Деформация такой величины вполне может стать спусковым механизмом и спровоцировать землетрясение.

Вероятность того, что обнаруженную корреляцию можно объяснить магнитострикцией горных пород, подтверждают результаты, полученные в работе (Сытинский, 1973), где установлено, что в периоды повышения 11-летних циклов солнечной активности в зонах сжатия повышаются сейсмическая и вулканическая активности, а в зонах растяжения Земли они снижаются. С точки зрения магнитострикции этот факт может объясняться знаком коэффициента магнитострикции горных пород, который, вероятнее всего, при сжатии увеличивает, а при растяжении уменьшает действующие тектонические напряжения.

Для проверки выше отмеченных результатов для Кавказской зоны коллизии обобщенная гистограмма количества землетрясений за 1996-2010г.г. с $M \geq 2.5$ была сопоставлена с обобщенной кривой солнечно-суточной вариации ТМП (рис.1).

Как видно из рис. 1, количество землетрясений максимально в интервале времени 10^{00} - 14^{00} , когда S_q вариация претерпевает минимум. Такое совпадение можно объяснить как непосредственным взаимодействием магнитного поля S_q вариации с полем упругих напряжений земной коры, так и гравитационными приливами экзогенного воздействия сил Солнца, Луны и планет солнечной системы. Максимальное количество землетрясений наблюдается также в интервалах времени 0^{00} - 5^{00} и 18^{00} - 24^{00} .

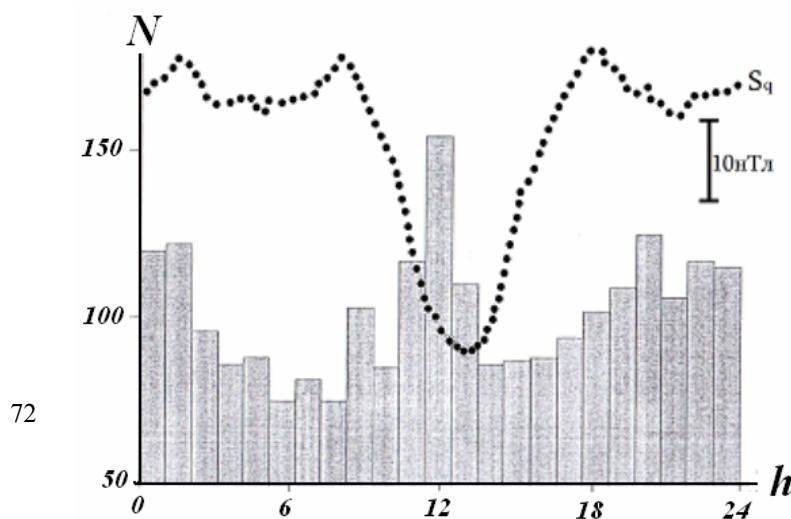


Рис.1 Кривая солнечно-суточной вариации (S_q) и количество землетрясений (N).

Также из рис.1 видно, что в отмеченных интервалах кривая S_q претерпевает знакопеременное изменение, которое повышает значение временного градиента. И на основе закона о магнитострикции земная литосфера, как твердое магнитное тело, должна перенести относительно большую деформацию. Вследствие этого в отмеченных интервалах должна повыситься вероятность возникновения землетрясения.

Динамика тектонических напряжений является следствием действий полигенных сил, которые делятся на две основные группы – эндогенную и экзогенную. Первые детально представлены в работе (Оганесян, 2009). О воздействии вторых для территории наших исследований мало что известно, поэтому возникает необходимость в рассмотрении возможности исследования вероятной связи экзогенных источников (в первой солнечной активности) с тектономагнитным явлением земной коры.

Известно, что влияние экзогенных сил на Землю и, в частности, на динамику земной коры обусловлено гравитационным воздействием Солнца и планет, кроме них значительное влияние имеет также электромагнитное воздействие Солнца, которое выражается непосредственно гелио-геофизической связью. Эту связь можно изучить сопоставляя солнечную активность с тектономагнитными параметрами. Параметрами для сопоставления служат: модуль вектора полной индукции тектономагнитного поля (TE) и число Вольфа (W) – самый распространенный показатель солнечной активности, показатель количества солнечных пятен, названного в честь швейцарского астронома Рудольфа Вольфа.

Число Вольфа для данного дня вычисляется по формуле:

$$W=k \cdot (f+10g)$$

где f - количество наблюдаемых солнечных пятен; g - количество наблюдаемых групп пятен; k - нормировочный коэффициент.

Оценка величины W получена в Институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн ИАН РФ (ИЗМИРАН).

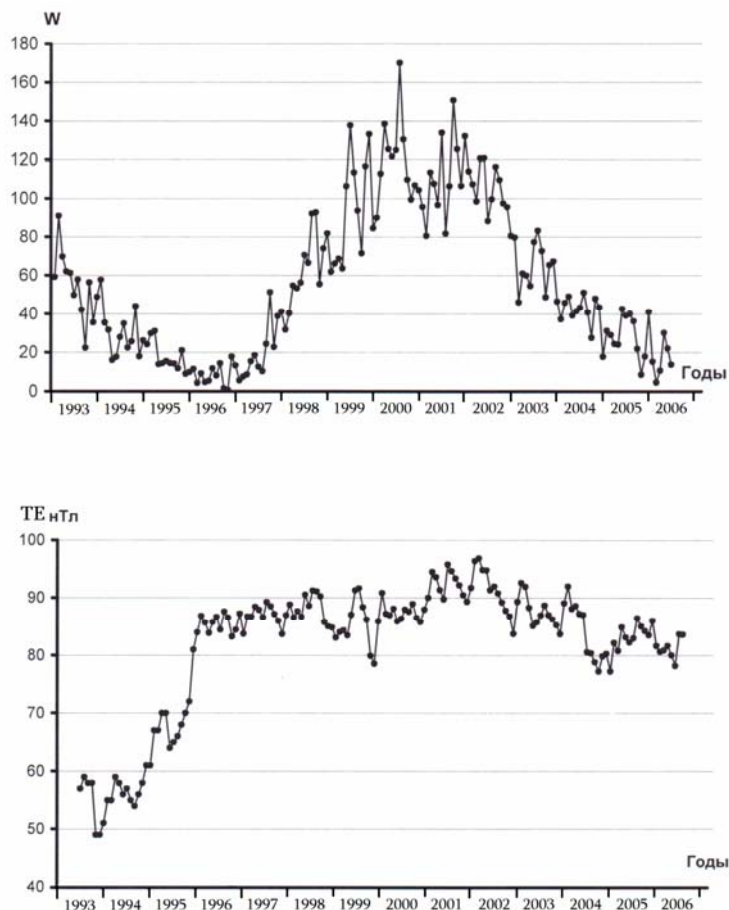


Рис.2 Солнечная активность (W) и тектономагнитное поле (TE).

На рис.2 представлены кривые солнечной активности (W) и ТМП (TE) за 1993-2006гг. Между кривыми наблюдается корреляция как обратная (1993-96гг.) так и прямая (1996-2006гг.) Согласно модели ТМП (Оганесян, 2009) первый интервал – формирование активного цикла ТМП с резким ростом поля. Второй интервал – квазиуравновешенное состояние повышенных значений ТМП. Видно, что независимо от изменений W в первом интервале образуется поле TE , что говорит о его независимости от солнечной активности. Прямая корреляция вероятнее всего наблюдается из-за того, что активность Солнца способствует активизации динамики блоков земной коры и играет роль спускового механизма.

Прямая корреляция нагляднее всего видна в интервале 1996-2006гг. на геомагнитной станции “Бавра” и представлена на рис.3.

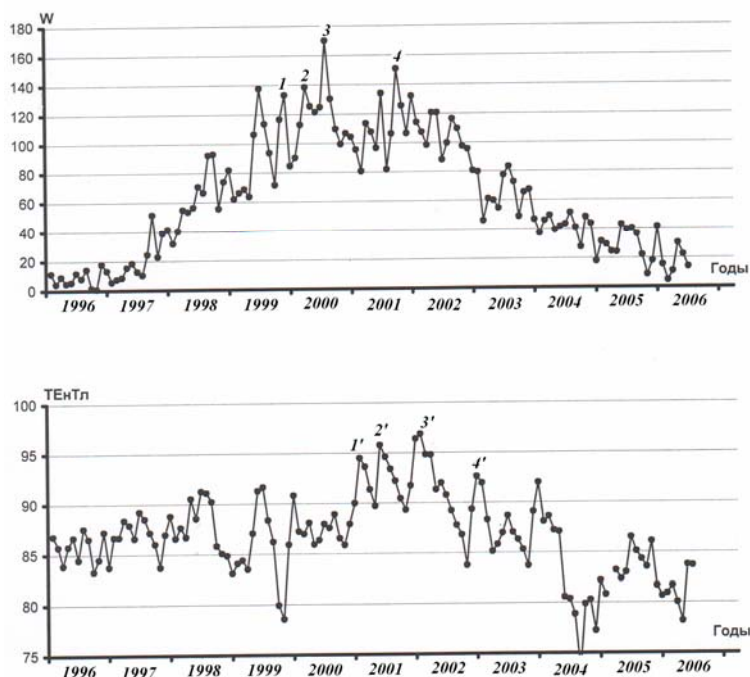


Рис.3 Тектономагнитное поле (ТЕ) на гмс “Бавра” и солнечная активность за период 1996-2006гг.

Такая интерпретация может нуждаться в добавочной коррекции, которая будет возможна при наличии данных солнечной активности нескольких активных циклов.

Таким образом, как обратная, так и прямая корреляции между солнечной активностью и тектономагнитным полем указывают на наличие магнитоупругого эффекта – влияние магнитного упорядочения на упругие свойства твердой оболочки Земли. На основании этого можно предположить, что под влиянием изменений внешнего ГМП из-за физического воздействия Солнца изменяются магнитные параметры геологических образований, что приводит к изменению их упругих свойств, которые в свою очередь нарушают поле тектонических напряжений. Такое предположение подтверждается уже тем, что в период прямой корреляции с 1996-2006г.г. пики солнечной активности (пики 1; 2; 3) по фазе опережают пики похожих изменений тектономагнитного поля (пики 1'; 2'; 3' и др.) (рис.3). Такая картина не наблюдается в период обратной корреляции 1993-1996гг. Поэтому, согласно модели ТМП можно сделать вывод, что в период прямой корреляции зарядка тектонических напряжений более независима от солнечной активности, чем разрядка. Также можно предположить, что солнечная активность при сформированных очагах землетрясений, возможно, играет роль своеобразного спускового механизма.

ЛИТЕРАТУРА

- Белов С.В., Шестопалов И.П., Харин Е.П. О взаимосвязях эндогенной активности Земли с солнечной и геомагнитной активностью. Доклады АН РФ, т.428, №1, 2009, с.1-4.
- Высоцкая Г.С. Пространственно-временной анализ изменений климата на территории Сибири (XX век). Изменение окружающей среды и климата, ИФА, Москва, т. VI, 2008, с.70-80.

- Обридко В.Н., Кононида Х.Д., Митрофанова Т.А., Шельтинг Б.Д. Солнечная активность и геомагнитные возмущения. Геомагнетизм и Аэрономия, т.53, №2, 2013, с.157-166.
- Оганесян С.Р. Оценка сейсмической опасности на основе изучения динамики тектономагнитного поля. Известия НАН РА Науки о Земле, LXII, №1, 2009, с.40-47
- Сытинский А.Д. О связи сейсмичности Земли с солнечной активностью. УФН, т.111, вып.2, 1973, с.367-369.
- Шварцман Ю.Г., Болотов И.Н., Игловский С.А. Изменение окружающей среды и климата. ИФА РАН, т.VI, Москва, 2008, с.80-99.
- Duma G., Ruzhin Y. Diurnal changes of earthquake activity and geomagnetic S_q -variations. Natural Hazards and Earth System Sciences. 3, 2003, p.171-177.

Рецензент А. Симонян

ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՏԵԿՏՈՆԱՄԱԳՆԵՏԻԿԱԿԱՆ ԴԱՇՏԸ

Ս. Ռ. Հովհաննիսյան*, Տ. Ն. Բոնդար**

Ամփոփում

Հոդվածում ներկայացված են Արևի ակտիվության և տեկտոնամագնիսական դաշտի դիտարկված նյութերը Արևելյան Հայաստանի տարածքի համար: Դրանց համեմատությունը ցույց է տալիս, որ նրանց միջև գոյություն ունի որոշակի կորելիացիոն կապ, որն ակտիվ գործում է տեկտոնամագնիսական դաշտի հավասարակշռված լիցքավորման վիճակում, խաղալով թողարկման մեխանիզմի դեր երկրաշարժերի համար:

THE SUN ACTIVITY AND THE TECTONOMAGNETIC FIELD

S.R. Hovhannisyan*, T.N. Bondar**

Abstract

In this article the materials of connection of the Sun activity with the tectonic-magnetic field observed in the territory of Eastern Armenia are presented. Their comparison shows that there is a correlation among them that is activated in the case of balanced charging of tectonic-magnetic field and becomes a trigger mechanism for the earthquake.