

## ГЕОМАГНИТНИ БУРИ, СЛЪНЧЕВИ ДРАЙВЕРИ И ФИЗИОЛОГИЧЕН СТАТУС НА ЧОВЕКА

Светла Димитрова, Катя Георгиева

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките  
e-mail: svetla\_stil@abv.bg*

**Ключови думи:** Артериално кръвно налягане, субективни психо-физиологични оплаквания

**Резюме:** Разгледано е влиянието на геомагнитните бури в зависимост от слънчевия драйвер. Резултатите показват проява на различни физиологични реакции към геомагнитните бури, причинени от магнитни облаци и бурите вследствие на високоскоростни слънчеви потоци.

## GEOMAGNETIC STORMS, SOLAR DRIVERS AND HUMAN PHYSIOLOGICAL STATE

Svetla Dimitrova, Katya Georgieva

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences  
e-mail: svetla\_stil@abv.bg*

**Keywords:** Arterial blood pressure, subjective psycho-physiological complaints

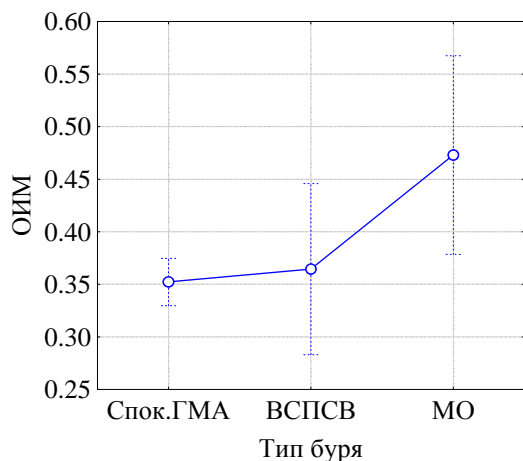
**Abstract:** Effects of geomagnetic storms, depending on the causing solar drivers, have been studied. Results revealed different physiological reactions to geomagnetic storms driven by magnetic clouds and to storms caused by high speed solar wind streams.

### Въведение

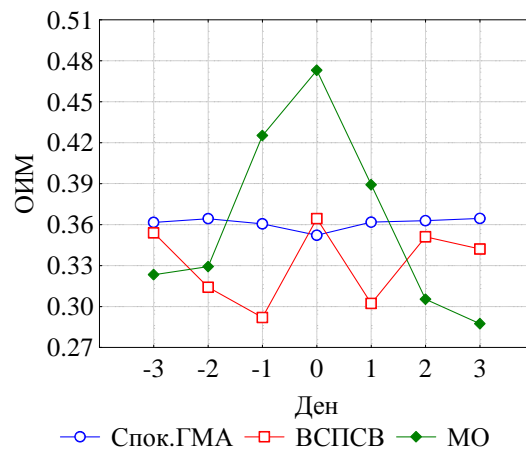
Редица изследвания показват, че вариациите на геомагнитната активност (ГМА) оказват влияние на здравето на човека. Наред с това изследванията разкриват различни видове връзки, които се променят в зависимост от фазата на цикъла на слънчевата активност (СА) и медицинските данни [1-6]. Зависимостите са нелинейни и биофизичните механизми, чрез които хелио-геофизичните фактори и техните вариации повлияват на физиологичното състояние на човека все още не са изяснени.

Предишни наши изследвания показаха, че геомагнитните бури в зависимост от слънчевия драйвер оказват различни ефекти върху сърдечно-съдовото състояние на човека [7, 8]. Бяха анализирани данни за Софийска област за пациенти с остър инфаркт на миокарда (ОИМ) за период от 9 години (1995-2004). Бе установено, че бурите, предизвикани от магнитни облаци (МО) са свързани със статистическо достоверно повишение на броя на пациентите с ОИМ в сравнение с бурите, причинени от високоскоростни потоци слънчев вятър (ВСПСВ), Фиг. 1. Такава тенденция се наблюдава дори в дните непосредствено преди и след геомагнитните бури Фиг. 2, [7].

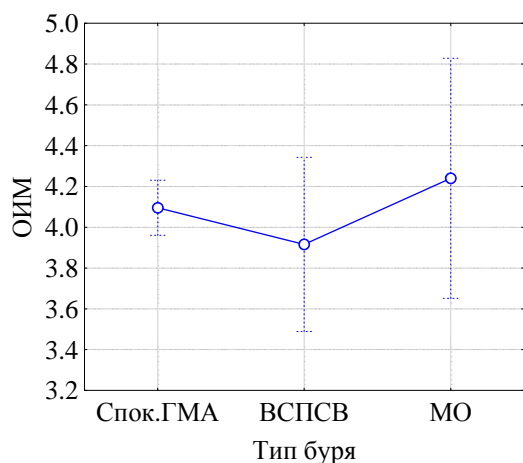
Същевременно бяха изследвани и данни за района на гр. Баку за период от 3 години по време на намаляваща фаза на СА (2003-2005). Бе установена тенденция за нарастване на динамиката на ОИМ при геомагнитни бури, предизвикани от МО, въпреки че резултатите не са статистически достоверни, Фиг. 3-4 [7].



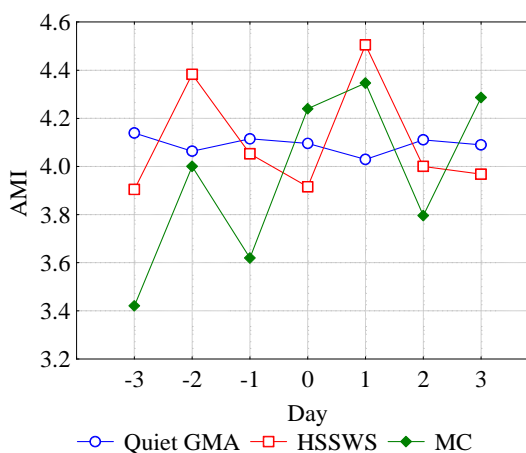
Фиг. 1. Влияние на ГМА върху броя случаи с ОИМ, данни за София, 1995-2004



Фиг. 2. Влияние на ГМА върху ОИМ, преди, по време и след развитието на геомагнитни бури, данни за София, 1995-2004

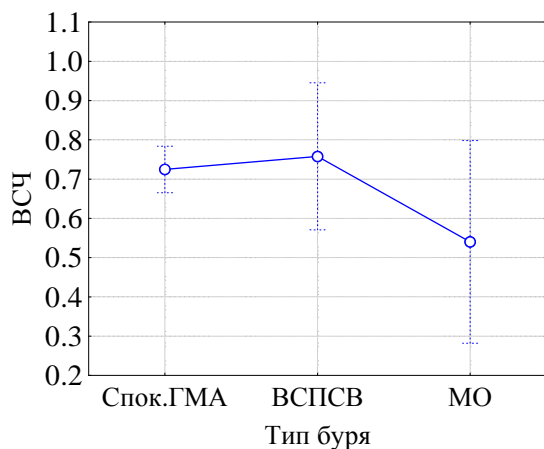


Фиг. 3. Влияние на ГМА върху броя случаи с ОИМ, данни за Баку, 2003-2005

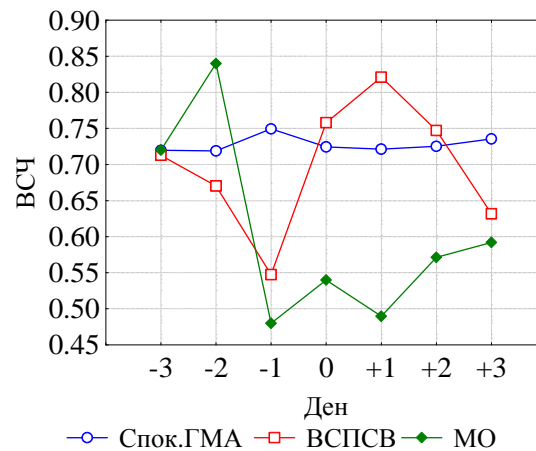


Фиг. 4. Влияние на ГМА върху ОИМ, преди, по време и след развитието на геомагнитни бури, данни за Баку, 2003-2005

Други анализи разкриха, че случаите на внезапна сърдечна смърт (ВСЧ) в района на Баку за същия период от 3 години са се повишили в дните на геомагнитни бури, предизвикани от ВСПС и непосредствено след тях, Фиг. 5-6 [8].



Фиг. 5. Влияние на ГМА върху броя случаи на ВСЧ, данни за Баку, 2003-2005



Фиг. 6. Влияние на ГМА върху ВСЧ, преди, по време и след развитието на геомагнитни бури, данни за Баку, 2003-2005

По време на максимална СА преобладават геомагнитните бури вследствие на МО, докато в годините на минимална СА тези, които са от ВСПСВ. Трябва да се отбележи, че анализирания период за София област обхваща почти целия 23-ти слънчев цикъл (нарастваща, максимална и намаляваща фаза), докато данните за Баку са само за намаляващата фаза на 23-тия слънчев цикъл. Вероятно това е причината за различията в резултатите.

Тези резултати провокираха провеждането на подобни анализи на други данни, свързани с физиологичното състояние на изследвани здрави лица.

### Материал и методи

Бяха анализирани регистрациите на 86 здрави лица, изследвани в София, на които бяха измервани артериално кръвно налягане (АКН) и сърдечна честота (СЧ). Пулсовото налягане (ПН), алгебричната разлика между систоличното и диастоличното кръвно налягане бе изчислявано и бяха събирани данни за субективни психо-физиологични оплаквания (СПФО). Измерванията на физиологичните показатели бе провеждано по време на максимална СА и ГМА, всеки работен ден през есента на 2001 г. и пролетта на 2002 г. по едно и също време на деня за всяко изследвано лице в групата. Бяха събрани общо 2799 регистрации за всеки от изследваните физиологични показатели [5, 6].

Бе използван дисперсионен анализ (ANOVA), за установяване дали е статистически достоверно влиянието на типа геомагнитни бури (в зависимост от техния драйвер – МО или ВСПСВ). Бе анализиран и ефекта на вида бури до 3 дни преди и след тяхното развитие, прилагайки метода на наложените епохи. По време на изследвания период са регистрирани 4 бури, предизвикани от ВСПСВ и 10 бури, причинени от МО. Допълнително бе приложен и Post hoc анализ (Newman-Keuls test). С него се установява дали между средните аритметични на даден физиологичен показател в две различни комбинации от нива на факторите (спокойна ГМА, бури от ВСПСВ и бури от МО) съществува достоверна разлика.

### Резултати

Бе приложен ANOVA, за да се изследва влиянието на ГМА върху изследваната група. В Табл. 1 е показано нивото на статистическа достоверност ( $p$ ) на влиянието на видовете бури върху физиологичните параметри в дните преди (-3, -2, -1), по време (0) и след (+1, +2, +3) геомагнитните бури.

Резултатите показват, че въздействието на геомагнитните бури върху систоличното кръвно налягане (СКН), диастоличното (ДКН) и СПФО е статистически достоверно ( $p < 0.05$ ) в дните на геомагнитните бури (ден 0), Табл. 1.

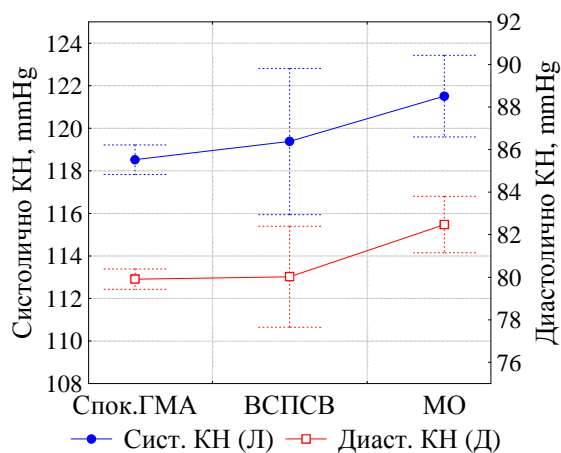
СКН се повишава слабо по време на бури, предизвикани от ВСПСВ и по-изразено в дните на бури вследствие на МО, Фиг. 7. ДКН запазва почти същите стойности по време на бури от ВСПСВ в сравнение с условия на спокойна ГМА и се повишава статистически достоверно при бури, предизвикани от МО, Фиг. 7. Post hoc анализите потвърдиха статистически достоверното повишение на ДКН по време на бурите, дължащи се на МО.

СЧ има тенденция за повишаване по време на геомагнитни бури, особено тези, които са вследствие на МО (Фиг. 8), въпреки че не бяха установени статистически достоверни изменения на СЧ и ПН (Табл. 1).

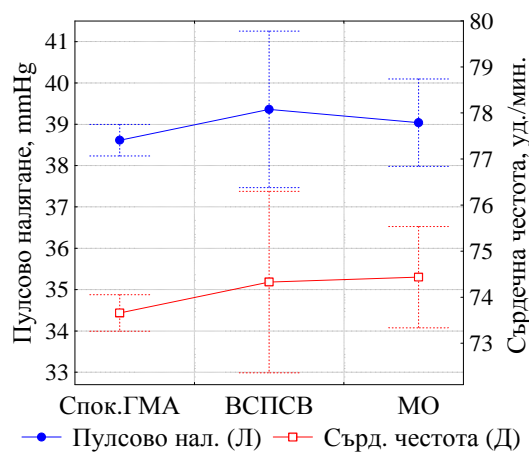
Резултатите показват статистически достоверно влияние на типа геомагнитни бури върху СПФО, Табл. 1. Post hoc анализите разкриха статистически достоверно нарастване на процента лица в групата, които съобщават СПФО по време на двата вида бури в сравнение с условията на спокойна ГМА. За този физиологичен показател обаче бе установено, че е по-висок по време на бури, предизвикани от ВСПСВ (27% от лицата в групата докладват СПФО) в сравнение с бурите, вследствие на МО (17%), Фиг. 9.

Табл. 1. Ниво на статистическа достоверност ( $p$ ) на влиянието на геомагнитните бури върху физиологичните показатели в дните преди, по време и след геомагнитните бури

Ден	$p$				
	СКН	ДКН	ПН	СЧ	СПФО
-3	0.05	0.044*	0.338	0.517	0.006*
-2	0.446	0.366	0.856	0.98	0.373
-1	0.443	0.053	0.212	0.635	0.125
0	0.016*	0.002*	0.59	0.361	0.000*
+1	0.223	0.083	0.896	0.233	0.01*
+2	0.035*	0.109	0.106	0.877	0.817
+3	0.117	0.161	0.365	0.377	0.001*

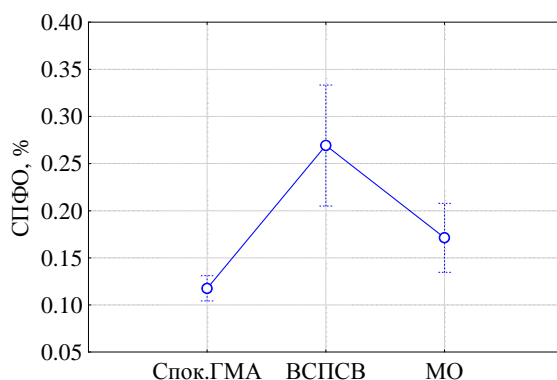


Фиг. 7. Влияние на ГМА върху систоличното и диастоличното кръвно налягане



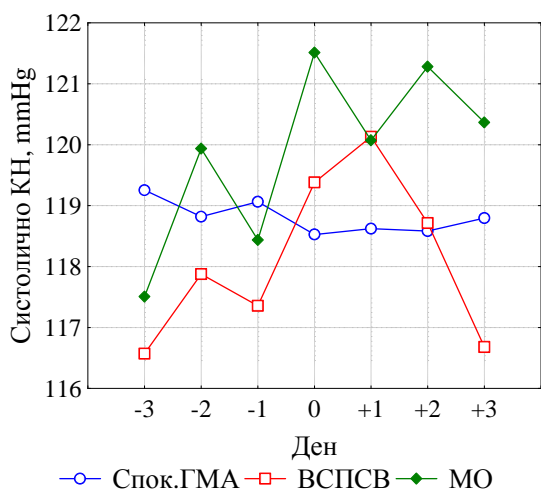
Фиг. 8. Влияние на ГМА върху пулсовото налягане и сърдечната честота

Анализите на влиянието на ГМА върху АКН в дните преди и след бурите разкриват, че СКН и ДКН са по-високи за целия разглеждан период от дни (7-дневен) по отношение на бурите, предизвикани от МО в сравнение с тези, дължащи се на ВСПСВ (Фиг. 10 и Фиг. 11). АКН запазва по-високи стойности до +3-тия ден след бури вследствие на МО. Бурите, свързани с ВСПСВ повишават СКН и ДКН основно в +1-вия ден.

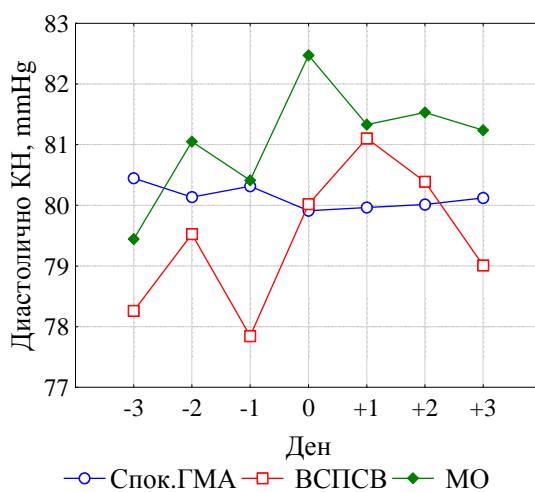


Фиг. 9. Влияние на ГМА върху субективните психо-физиологични оплаквания

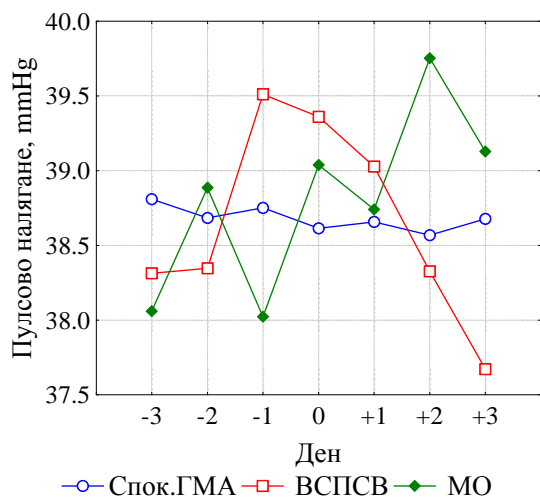
Резултатите показаха, че ПН се повишава от -1-вия до +1-вия ден на бурите, предизвикани от ВСПСВ и от -1-вия до +3-тия ден на бурите от МО (Фиг. 12), въпреки че влиянието не е статистически достоверно, Табл. 1.



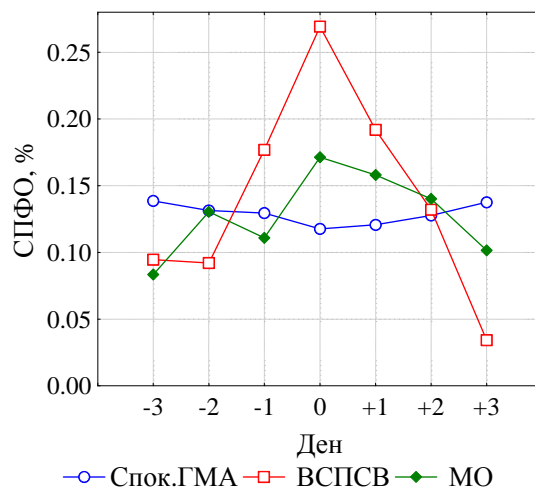
Фиг.10. Влияние на ГМА върху систоличното кръвно налягане преди, по време и след геомагнитните бури



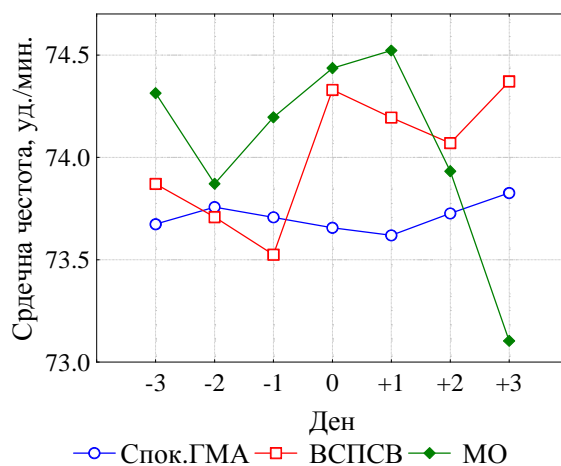
Фиг.11. Влияние на ГМА върху диастоличното кръвно налягане преди, по време и след геомагнитните бури



Фиг. 12. Влияние на ГМА върху пулсовото налягане преди, по време и след геомагнитните бури



Фиг. 13. Влияние на ГМА върху субективните психофизиологични оплаквания преди, по време и след геомагнитните бури



Фиг. 14. ГМА Влияние на ГМА върху сърдечната честота преди, по време и след геомагнитните бури

СПФО се повишават от -1-вия до +1-вия ден на бурите, дължащи се на ВСПСВ, достигайки най-висока стойност в 0-вия ден, както и в 0-вия и +1-вия ден на бурите, свързани с МО, Фиг. 13.

Стойностите на СЧ са по-високи в дните на бурите, предизвикани от МО, като са най-високи в 0-вия и +1-вия ден на двата типа геомагнитни бури, Фиг. 14.

### Заклучение и дискусия

Резултатите показват, че геомагнитните бури влияят на физиологичното състояние на здрави лица. Промените във физиологичните показатели са свързани с адаптивните процеси към вариациите на физичните фактори на околната среда в дните преди, по време и след геоэффективните слънчеви събития.

- Въздействието на бурите, предизвикани от МО върху артериалното кръвно налягане е по-силно и ясно изразено.

- Бурите, дължащи се на ВСПСВ са свързани с по-голям брой лица, съобщаващи за наличието на СПФО.

Анализите предполагат, че здравите лица проявяват адаптивна реакция, за да се приспособят към промените в космическото време. Тази реакция не е застрашаваща за тяхното физиологично и сърдечно-съдово състояние, а е в рамките на нормата. Тъй като лицата с намалени компенсаторни способности са по-чувствителни към вариациите на факторите на

околната среда, ще бъде от полза да вземат навреме предпазни мерки за предотвратяване на негативни физиологични реакции и намаляване по този начин възможните значими клинични ефекти.

Установените ефекти показват, че са необходими бъдещи изследвания в тази насока. Определянето на степента на влияние на факторите на слънчевата активност върху сърдечно-съдовите параметри ще позволи да се направят препоръки при какви промени на съответните фактори ще бъде желателно да се прилагат предпазни мерки. Необходими са още изследвания за потвърждаване на тези неблагоприятни ефекти и определяне на параметрите на хелио-геофизичните фактори, които най-силно въздействат на физиологичното състояние на човека.

#### **Литература:**

1. Cornelissen, G., F. Halberg, T. Breus et al., Non-photoc Solar Associations of Heart Rate Variability and Myocardial Infarction, *J. Atm. Solar-Terr. Phys.*, 2002, vol.64, pp. 707–720.
2. StoupeI, E., Kalediene R., Petrauskiene J., Domarkiene S., Radishauskas R., Abramson E., Israelevich P., Sulkes J., Three Kinds of Cosmophysical Activity: Links to Temporal Distribution of Deaths and Occurrence of Acute Myocardial Infarction, *Med. Sci. Monit.*, 2004, vol.10, No.2, pp. 80-84.
3. StoupeI, E., Cardiac Arrhythmia and Geomagnetic Activity, *Indian Pacing and Electrophysiology J.*, 2006, vol.6, pp.49-53.
4. Babayev, E. S., Allahverdiyeva A. A., Effects of Geomagnetic Activity Variations on the Physiological and Psychological State of Functionally Healthy Humans: Some Results of Azerbaijani Studies, *Advances in Space Research*, 2007, vol.40, pp.1941-1951.
5. Dimitrova, S., Relationship between Human Physiological Parameters and Geomagnetic Variations of Solar Origin, *Advances in Space Research*, 2006, vol.37, pp.1251-1257.
6. Dimitrova, S., Different Geomagnetic Indices as an Indicator for Geo-effective Solar Storms and Human Physiological State, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 2008, vol. 70, No.2-4, pp. 420-427.
7. Dimitrova, S., E. S. Babayev, F. R. Mustafa, I. Stoilova, T. Taseva, K. Georgieva, 2009, Geomagnetic Storms and Acute Myocardial Infarctions Morbidity in Middle Latitudes, *Sun and Geosphere*, 4(2), pp. 72 – 78.
8. Dimitrova, S., E. S. Babayev, K. Georgieva, V. N. Obridko, F. R. Mustafa, 2009, Possible Effects of Solar and Geomagnetic Activity on Sudden Cardiac Death in Middle Latitudes, *Sun and Geosphere*, 4(2), pp. 84 – 88.