

## ЗАЩО СА НЕОБХОДИМИ ЗА ШИРОКАТА ОБЩЕСТВЕНОСТ НАУЧНИТЕ ЕЖЕДНЕВНИ ПРОГНОЗИ ЗА ГЕОМАГНИТНИ БУРИ?

Светла Димитрова

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

**Keywords:** *Space weather forecast, human health, physiological state*

**Abstract:** *Scientifically established relationship of meteorological weather and human health has been admitted already. It was known in ancient times as changes in the weather are visible. Variations in geophysical environmental factors as a part of our natural environment affect human health and state in a similar way.*

*Ignorance of people about geophysical environment variations often cause unnecessary anxiety about the human health state of healthy people experiencing any type of stress (irrespectively physical or psycho-emotional). As a result of overloading their compensatory abilities are reduced and adaptation to sharp environment variations is impaired on such days similarly to weather changes.*

*At the same time sharp space weather variations can be a potential risk for people with pathologies, whose compensatory abilities are impaired as a result of diseases. They must strictly follow prescribed individual treatment and regime without additional loads on such days.*

### Въведение

През последните две десетилетия бяха проведени и популяризирани редица нови научни изследвания, които установяват зависимост на здравето, кондицията и работоспособността на хората от слънчевата активност (СА) и свързаните с нея геофизични фактори на околната среда. Вследствие на това, все повече хора са заинтересовани от предоставянето на конкретна научна информация, която по възможност да използват в своето ежедневиe, така както се съобразяват с метеорологичното време.

Вече е научно установена зависимостта на връзката между метеорологичните фактори и здравето на хората. Но тя е била известна още в древни времена, тъй като промените в метеорологичното време са видими. Така например и днес възрастните хора при нахлуване на студен и студен фронт знаят, че могат да възникнат проблеми със ставите и вземат превантивни мерки, за да предотвратят евентуални остри състояния, без да се панират, че се разболяват и без да хукват към лекарските кабинети. Също така при резки температурни изменения много хора изпитват дискомфорт или обостряне на някои хронични заболявания, но знаят, че реагират на времето и не се стресират излишно.

По аналогичен начин, като неизменна част от заобикалящата ни природна среда, промените в геофизичните фактори на околната среда също влияят на здравето и кондицията на човека. Разликата е, че тези вариации са невидими и не могат да бъдат забелязани от хората. Липсата на информация за геофизичната обстановка често е причина за излишни тревоги за здравословното състояние на здрави лица, изложени на стрес, тъй като вследствие на претоварването, техните адаптивни способности намаляват и по-трудно компенсират резките промени във факторите на околната среда, аналогично на метеорологичните промени. В други случаи неосведомеността е неблагоприятна за лицата с патологии, които не са информирани, че е наложително стриктно да спазват предписаните им от лекуващите лекари превантивни мерки.

Във връзка с информирането на широката общественост е необходимо да се изтъкне научния факт, че не може да се твърди, че човек реагира на самата геомагнитна буря или единствено на нея, защото са установени реакции още в дните непосредствено преди развитието на бурите, т.е. веднага след регистрирането на слънчевите избухвания. Това показва, че човек по-скоро реагира на СА, а ние съдим за проявленията на СА, достигащи Земята по развитието на възникналите вследствие на слънчевите събития геомагнитни бури. Тази теза се подкрепя и от факта, че физиологичните реакции не зависят от интензитета на

геомагнитните бури, т.е. тези реакции не са пропорционални, а са нелинейни спрямо силата на геомагнитните бури. Научните изследвания показват, че влиянието върху човека по-скоро зависи от вида на бурите, т.е. от това какъв процес или явление на Слънцето ги е предизвикало. Това индикира връзка с циклите на СА, т.к. в различните му фази преобладават различните видове бури.

Научните краткосрочни прогнози на промените в космическото време биха дали възможност вместо да се предизвиква паника сред хората, податливите хора да съобразят дейностите си с текущата и очакваната геофизична обстановка, така както напр. когато човек е недоспал или сънлив, той се старее да шофира по-бавно.

При здрави хора в състояние на преумора (независимо физическа или психическа), такива изменения в СА също могат да бъдат усетени и да предизвикат неоснователни опасения за наличието на някакви заболявания. Ако обаче бъдат информирани за неблагоприятната обстановка, това всъщност ще им бъде сигнал, че просто трябва да се постараят да намалят нивото на стрес и системно претоварване, тъй като след време тези неразположения могат да хронифицират и да доведат наистина до възникването на заболявания.

Има свръхчувствителни лица, при които няма патологични заболявания, но винаги са били хиперчувствителни към промените в околната среда, както към метеорологичното време (метео-чувствителни), към антропогенните електромагнитни полета, така и към геомагнитните бури (магнито-чувствителни). Свръхчувствителните биха си осигурили по възможност повече почивка докато периодът отmine, ако бъдат осведомени.

Информацията ще бъде от особено значение за уязвимите лица с наличие на патологии и особено кардиологични и неврологични заболявания, които е необходимо да знаят в тези периоди да спазват абсолютно стриктно указанията на лекуващия лекар, да не пропускат своите медикаменти и да избягват всякакъв вид натоварвания.

В различните медии често се публикува информация с неясен произход относно очаквани геомагнитни бури за цял месец и дори повече напред във времето. Тази информация няма как да е научна, тъй като все още не са изяснени механизмите на СА. Научните прогнози се основават на вече регистрирани слънчеви събития, което предполага надеждност до 3-дневен период. Тази дезориентация внася смут сред хората. В днешното технологично и информационно общество не може да се пренебрегва необходимостта от предоставяне на реална научна информация на обществеността. На базата на информираността всеки може да направи избор и да вземе индивидуално решение за своето здраве и начин на живот.

### **Научни факти за влиянието на слънчевата активност и свързаните с нея геомагнитни бури върху здравето на хората**

Редица научни изследвания установяват влияние на физичните фактори на околната среда като СА, геомагнитни бури, космично лъчение, климатични промени върху физиологичното и психофизиологичното състояние на човека и различни заболявания, особено на сърдечно-съдовата и нервната система. Голяма част от резултатите от тези изследвания са систематизирани в обширните обзори на Persinger, 1987, Halberg et al., 2000, Zhadin, 2001, Palmer, 2006, Okano, 2008.

Проведени изследвания показват, че електромагнитните полета (ЕМП), в това число геомагнитното поле (ГМП) могат да влияят върху кръвното налягане (Gmitrov and Gmitrova, 1994, Stoupel et al., 1995, Braune et al., 1998, Ghione et al., 1998, Dimitrova et al., 2004a, 2004b, Dimitrova, 2006, Dimitrova, 2008, Dimitrova et al., 2009a, Papailiou et al., 2011, 2012), влошават барорефлексната чувствителност и микроциркулацията (Gmitrov and Ohkubo, 2002, Gmitrov, 2005), променят капилярния кръвен поток на пациенти с исхемична болест на сърцето (Gurfinkel et al., 1995) и намаляват вариабилността на сърдечната честота (Baevsky et al., 1997, 1998; Otsuka et al., 2001; Cornelissen et al., 2002; Oinuma et al., 2002; Otsuka et al., 2009, Dimitrova et al., 2013).

Изброените установени ефекти върху циркулацията и сърдечно-съдовите параметри предполагат, че промените в геомагнитната активност (ГМА) могат да бъдат свързани с динамиката на сърдечните аритмии, случаите на инфаркт на миокарда, внезапната сърдечна смърт и други сърдечно-съдови заболявания, което се подкрепя от различни проведени изследвания (Gurfinkel et al., 1998, Oraevskii et al., 1998; Villaresi et al., 1998; Halber et al., 2000; Cornelissen et al., 2000, 2002; Stoupel et al., 2007; Dimitrova et al., 2008a, 2008b, Dimitrova et al., 2009b, 2009c, 2009d).

Установено е, че освен сърдечно-съдовата система, нервната система също е чувствителна към промените в космическото време. Човешкият мозък е генератор на свръхнискочестотни електромагнитни вълни. В същото време всички геомагнитни бури са придружени с развитието на свръхнискочестотни ЕМП, с честоти близки до мозъчната

биоелектрична активност, което предполага наличието на влияние върху човешката нервна система и неврохуморалния баланс (Babayev and Allahverdiyeva, 2007, Mulligan et al., 2010). Промененото време на реакция е индикация за това въздействие. Забавянето на реакциите е свързано с риск от транспортни, производствени и битови инциденти, както и взимането на неправилни решения. Има изследвания, които показват, че външните свръхнискокочестотни сигнали влияят на мелатонин/серотониновата и допаминовата системи (Freu, 1995). Този ефект е достатъчно показателен за важността на това влияние, тъй като тези системи доставят на организма биогенни амини, отговорни за поддържането на хомеостазата. Намалената секреция на мелатонин е свързана с нарушения на продължителността и качеството на съня, което води до повишена раздразнителност, умора, разсеяност и намаляване на концентрацията.

### **Провеждани изследвания в ИКИТ – БАН**

След провеждане на спорадични изследвания през 1999 г. и 2000 г., през есента на 2001 г. екип от учени на ИКИТ започва да провежда системни изследвания на влиянието на геомагнитните смущения от слънчев произход върху някои физиологични и субективни показатели на човека. Изследването продължава и през пролетта на 2002 г. Есента и пролетта са сезоните, в които вероятността за възникването на геомагнитни бури е най-висока, а двете години са с периоди на максимална СА. Учените наблюдават ежедневно здравословното състояние на 86 лица, които не са информирани за геомагнитната обстановка, за да се избегне възможността за автосугестия, която от своя страна може да провокира физиологични и психофизиологични реакции. На участниците в научния експеримент ежедневно се проследяват различни физиологични параметри като кръвно налягане, пулс, отчитат се субективните оплаквания. Резултатите показват, че дори при здравите участници в експеримента в дните непосредствено преди, по време и след геомагнитни бури се наблюдава тенденция за повишаване на кръвното налягане и на пулса. Оказва се, че жените са по-чувствителни към интензитета на геомагнитните бури, отклоненията в кръвното им налягане и пулса са по-изразени. Жените обаче по-бързо възстановяват нормалните си параметри за разлика от мъжете, които остават за по-дълго време под влиянието на регистрираните геомагнитни бури. Лицата, които приемат медикаменти за сърдечно-съдови нарушения, също са по-чувствителни. Паралелно с отклоненията в измерваните обективни физиологични показатели се установява, че непосредствено преди бурите, по време и след тях субективните психофизиологични оплаквания също се повишават. Установените физиологични реакции преди развитието на геомагнитните бури подкрепят хипотезата, че хората реагират не само на геомагнитната буря, а и на свръхнискокочестотните електромагнитни колебания, които са следствие от слънчевите изригвания и се появяват още преди развитието на геомагнитните бури, т.е. геомагнитните смущения са просто индикатор за гео-ефективните слънчеви събития.

Изследванията продължават и в периода 2008-2009 г., когато СА е минимална. Тогава екипът провежда ежедневни регистрации на електрокардиограми на здрави лица и анализира и вариабилността на сърдечната честота, която е показател за риска от развитие на сърдечно-съдови заболявания (Task Force, 1996). Резултатите показват вариации в различните индекси на вариабилност на сърдечната честота непосредствено преди, по време и след гео-ефективни слънчеви събития (Dimitrova et al., 2013).

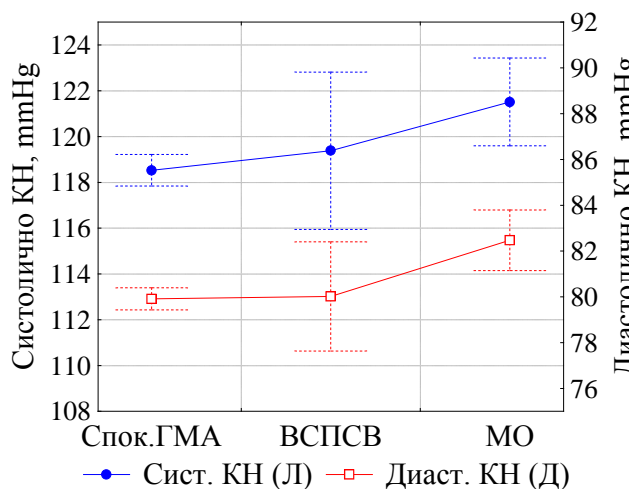
Научният екип съвместно с чуждестранни колеги установява такива ефекти при подобни физиологични регистрации и в други географски райони като Словакия, Русия, Баку, Гърция (Dimitrova et al., 2009a, Papailiou et al., 2011, 2012, Mavromichalaki et al., 2012). Съвместните анализи разкриват повишаване и на броя на сърдечно-съдовите заболявания около периодите на слънчеви изригвания в различни страни (Dimitrova et al., 2008a, 2008b, 2009b, 2009c, 2009d).

В областта на хелиобиологията са провеждани редица изследвания и установявани различни типове зависимости, които понякога изглеждат противоречиви поради неизяснения механизъм на въздействие. Задълбочените анализи показват, че установените различни типове връзки между СА и здравето на човека са свързани с различните фази на 11-годишния слънчев цикъл, продължителността и интензитета на бурите, различните медицински данни (напр. поради разликите в патогенезата на различните заболявания), тяхната дължина, периодите от време, а така също и с отдиференцирането на влиянието на всеки фактор. Последните изследвания на екипа показват, че от съществено значение са различните слънчеви драйвери на геомагнитните бури. Оказва се, че е важно не колко е силна бурята, а какъв е генезисът ѝ, т.е. драйверът, предизвикал слънчевото събитие (Dimitrova et al., 2009b, 2009c, 2009d). Има значение и синергичния ефект на метеорологичните и геофизичните фактори (Khabarova and Dimitrova, 2008, 2009).

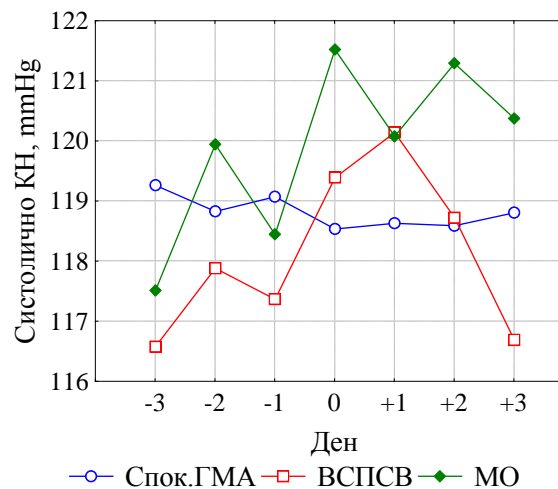
Единият тип слънчев драйвер са коронарните изхвърляния на маса от слънцето, и по-конкретно тези, при които се изхвърлят от слънчевата атмосфера облаци от плазма, които носят

със себе си и слънчеви магнитни полета. Наричат се Магнитни Облаци (МО). Когато достигнат магнитосферата на Земята могат да възникнат геомагнитни смущения и бури. Този тип преобладава около максимума на СА и често са свързани с най-мощните слънчеви изригвания и най-силните геомагнитни бури. Изследванията показват, че хората, при които има някакъв дисбаланс или патология са най-чувствителни към тях (Dimitrova et al., 2008a, 2008b, 2009b, 2009c, Dimitrova and Georgieva, 2015). Обикновено в тези случаи, независимо от интензитета на геомагнитната буря, при лицата с намалени компенсаторни способности е възможно да се появят отклонения в сърдечно-съдовите и неврологичните показатели, които да са свързани с промени в кръвното налягане, сърдечната честота, главоболие, умора, раздразнителност.

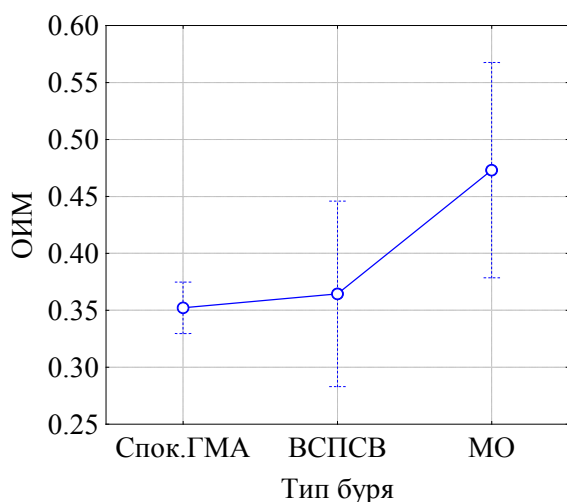
Другият тип драйвер, който също може да предизвика геомагнитна буря са т. нар. високоскоростни потоци слънчев вятър (ВСПСВ). Те произтичат от коронарните дупки на слънцето. Това са области на отворени магнитни силови линии, по които слънчевият вятър свободно изтича. Те могат да просъществуват месеци наред и затова този тип бури се повтаря на 27 дни. След 27 дни, когато Слънцето се завърти в същото положение по отношение на Земята, може отново изтичащият бърз слънчев вятър да достигне магнитосферата на Земята и да предизвика геомагнитна буря. Тези бури обикновено са по-слаби и по-рядко водят до физиологични реакции от страна на човека (Dimitrova et al., 2008a, 2008b, 2009b, 2009c). За илюстрация на тези различия са приведени четири фигури.



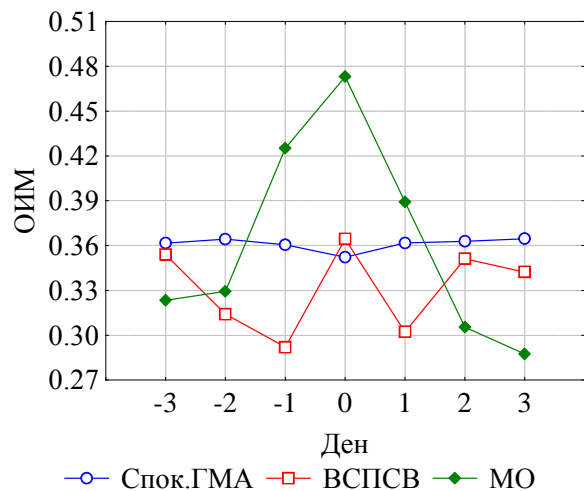
Фиг. 1. Влияние на ГМА върху систоличното и диастоличното кръвно налягане



Фиг. 2. Влияние на ГМА върху систоличното кръвно налягане преди, по време и след различни видове геомагнитни бури



Фиг. 3. Влияние на ГМА върху броя случаи с ОИМ, данни за София, 1995-2004



Фиг. 4. Влияние на ГМА върху ОИМ, преди, по време и след развитието на геомагнитни бури, данни за София, 1995-2004

Фиг. 1 показва резултати от групата изследвани доброволци по време на максимална СА. Показани са средните стойности на систоличното и диастоличното кръвно налягане на групата при спокойна ГМА, при бури вследствие на ВСПСВ и бури, предизвикани от МО. На фиг. 2 са представени резултатите за систоличното кръвно налягане на същата група лица в дните непосредствено преди, по време и след развитието на двата вида бури, както и по време на спокойна ГМА. От двете фигури се вижда, че кръвното налягане се повишава слабо в дните с бури, причинени от ВСПСВ и значително по-изразено в дните на бури, чийто драйвер са МО. Динамиката на кръвното налягане при МО е отново по-голяма в дните непосредствено около развитието на бурите, предизвикани от тях.

Фиг. 3 и фиг. 4 показват динамиката на броя случаи с остър инфаркт на миокарда (ОИМ) по данни за София от УМБАЛ св. Анна за периода 1995-2004. Отново е налице зависимост, показваща повишаване на броя инциденти от ОИМ около периодите на бури, предизвикани от МО.

### Литература:

1. Babayev, E., A. Allahverdiyeva, 2007. Effects of geomagnetic activity variations on the physiological and psychological state of functionally healthy humans: Some results of Azerbaijani studies. *Advances in Space Research*, 40(12), pp. 1941–1951.
2. Baevsky, R. M., V. M. Petrov, G. Cornelissen, F. Halberg, K. Orth-Gomer, T. Akerstedt, K. Otsuka, T. Breus, T. Siegelova, J. Dusek, J. Fiser, B. 1997. Meta-analyzed heart rate variability, exposure to geomagnetic storms, and the risk of ischemic heart disease. *Scripta Medica*, 70(4-5), pp. 201-206.
3. Baevsky, R. M., V. M. Petrov, A. G. Chemikova, 1998. Regulation of autonomic nervous system in space and magnetic storms. *Adv. Space Res.*, Vol. 22(2) pp. 227-234.
4. Braune, S., C. Wrocklage, J. Raczek, T. Gailus, C.H. Lucking 1998. Resting blood pressure increase during exposure to a radiofrequency electromagnetic field. *Lancet*, Vol. 351(9119), pp.1857-1858.
5. Cornelissen, G., F. L. Halberg, T. Gheonjian, P. Paatashvili, Y. Faraone, K. Watanabe, R.B. Otsuka, T. Sothern, T. Breus, R. Baevsky, M. Engebretson, W. Schroeder, 2000. Schwabe's 10.5- and Hale's 21-year cycles in human pathology and physiology. In: Schroder W. (Ed.), *Long- and Short-Term Variability in Sun's History and Global Change*, Science Edition, Bremen, pp. 79–88.
6. Cornelissen, G., F. Halberg, T. Breus, E. Syutkina, R. Baevsky, A. Weydahl, Y. Watanabe, K. Otsuka, J. Siegelova, B. Fiser, E. Bakken, 2002. Non-photoc solar associations of heart rate variability and myocardial infarction. *Journal of atmospheric and solar-terrestrial physics*, Vol. 64, pp. 707-720.
7. Dimitrova, S., I. Stoilova, I. Cholakov, 2004a. Influence of local geomagnetic storms on arterial blood pressure. *Bioelectromagnetics*, Vol. 25(6), 2004, pp. 408-414.
8. Dimitrova, S., I. Stoilova, T. Yanev, I. Cholakov, 2004b. Effect of local and global geomagnetic activity on human cardiovascular homeostasis. *Archives of Environmental Health*. Vol. 59(2), 2004, pp. 84-90.
9. Dimitrova, S. Relationship between human physiological parameters and geomagnetic variations of solar origin. *Advances in Space Research*, Vol. 37 (6), 2006, pp. 1251-1257.
10. Dimitrova, S. Different geomagnetic indices as an indicator for geo-effective solar storms and human physiological state. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Vol. 70, 2008, pp. 420-427.
11. Dimitrova, S., I. Stoilova, T. Taseva, K. Georgieva, E. Babayev, T. Breus, T. Zenchenko, 2008a. Heliogeophysical variations and acute myocardial infarction in Bulgaria. *Proceedings of Conference "Fundamental Space Research"*, Sunny Beach, Bulgaria, 21-28 Sept 2008, pp. 279-282.
12. Dimitrova, S., Mustafa F.R., Stoilova I., Babayev, E.S., Obridko, V.N., Georgieva K., Taseva T., Aliyeva S.S. 2008b. Heliogeophysical activity and mortality from acute myocardial infarction: Results of studies based on data from Bulgaria and Azerbaijan. *Solar-Terrestrial Physics* 12(2), pp. 344-349.
13. Dimitrova, S., F.R. Mustafa, I. Stoilova, E.S. Babayev, E.A. Kazimov, 2009a. Possible influence of solar extreme events and related geomagnetic disturbances on human cardio-vascular state: results of collaborative Bulgarian-Azerbaijani studies. *Advances in Space Research*, pp.641-648.
14. Dimitrova, S., E.S. Babayev, F.R. Mustafa, I. Stoilova, T. Taseva, K. Georgieva, 2009b. Geomagnetic storms and acute myocardial infarctions morbidity in middle latitudes. *Sun and Geosphere*, 4(2), pp. 72-78.
15. Dimitrova, S., E.S. Babayev, K. Georgieva, V.N. Obridko, F.R. Mustafa, 2009c. Possible effects of solar and geomagnetic activity on sudden cardiac death in middle latitudes. *Sun and Geosphere*, 4(2), pp. 84-88.
16. Dimitrova, S., E.S. Babayev, N.B. Crosby, 2009d. Space weather changes and human cardio-vascular health state in middle latitudes. *Global Telemedicine and eHealth Updates: Knowledge Resources*, Vol. 2, Eds.: M. Jordanova, F. Lievens, Luxemburg, pp. 399-405.
17. Dimitrova, S., I. Angelov, E. Petrova. Solar and geomagnetic activity effects on heart rate variability. *Natural Hazards* 2013; 69: 25-37.
18. Dimitrova, S., K. Georgieva, 2015. Geomagnetic storms, solar drivers and human physiological state, *SES* 2014, pp. 100-105.
19. Frey, A.H., 1995. On the nature of electromagnetic field interactions with biological systems. *Publ. Springer-Verlag*, New York and R.G. Landes Co, Austin.
20. Ghione, S., L. Mezzasalma, C. Del Seppia, F. Papi, 1998. Do geomagnetic disturbances of solar origin affect arterial blood pressure? *Journal of human hypertension*, 12, 749-754.

21. Gmitrov, J., A. Gmitrova, 1994. Geomagnetic field and artificial 0.2 T static magnetic field combined effect on blood pressure. *Electro- and Magnetobiology* Vol. 13, pp. 117–122.
22. Gmitrov, J., C.Ohkubo. 2002. Artificial static and geomagnetic field interrelated impact on cardiovascular regulation. *Bioelectromagnetics*, Vol. 23, pp. 329-338.
23. Gmitrov, J. 2005. Geomagnetic disturbance worsen microcirculation impairing arterial baroreflex vascular regulatory mechanism. *Electromagnetic biology and medicine*, Vol. 24(1), pp. 31-37.
24. Gurfinkel, Yu.I., V.V. Liubimov, V.N. Oraevskii, L.M. Parfenova, A.S. Iur'ev, 1995. The effect of geomagnetic disturbances in capillary blood flow in ischemic heart disease patients. *Biophysics*, Vol. 40(4), pp. 793-799.
25. Gurfinkel, Yu.I., V.P.Kuleshova, V.N.Oraevskii 1998. Assessment of the effect of a geomagnetic storm on the frequency of appearance of acute cardiovascular pathology. *Biofizika*, 43(4), 654-658.
26. Halberg, F., G.Cornelissen, K. Otsuka, Y.Watanabe, G.S. Katinas, N. Burioka, A. Delyukov, Y. Gorgo, Z.Y.Zhao, A.Weydahl, R.B.Sothern, J. Siegelova, B.Fiser, J. Dusek, E.V.Syutkina, F. Peretto, R. Tarquini, R. B. Singh, B. Rhee, D.Lofstrom, P. Lofstrom, P.W.C. Johnson, O. Schwartzkop, 2000. Cross-spectrally coherent 10.5- and 21-year biological and physical cycles, magnetic storms and myocardial infarctions. *Neuroendocrinology Letters* 21, pp. 233–258.
27. Khabarova, O. V., Dimitrova S., 2008. Some proves of integrated influence of geomagnetic activity and weather changes on human health. *Proceedings of Conference "Fundamental Space Research"*, Sunny Beach, Bulgaria, 21-28 Sept 2008, pp. 306-309.
28. Khabarova, O., S. Dimitrova, 2009, On the Nature of People's Reaction to Space Weather and Meteorological Weather Changes Sun and Geosphere, 2009; 4(2): 60 – 71.
29. Mavromichalaki, H., Papailiou, M., Dimitrova, S., Babayev, E.S., Loucas, P. Space weather hazards and their impact on human cardio-health state parameters on Earth. *Springer, Natural Hazards* 64(2), 2012, pp. 1447-1459.
30. Mulligan, B. P., M. D. Hunter, M. A. Persinger, 2010. Effects of geomagnetic activity and atmospheric power variations on quantitative measures of brain activity: Replication of the Azerbaijani studies. *Advances in Space Research*, 45(7), pp. 940-948.
31. Oinuma, S., Y. Kubo, K. Otsuka, T. Yamanakata, S. Murakami, O. Matsuoka, S. Ohkawa, G. Cornelissen, A. Weydahl, B. Holmeslet, C. Hall, F. Halberg, 2002. Graded response of heart rate variability, associated with an alteration of geomagnetic activity in a subarctic area. *Biomedicine & pharmacotherapy*, Vol. 56 (sup 2), pp. 284-288.
32. Okano, H., 2008. Effects of static magnetic fields on blood pressure in animals and humans. *Current hypertension reviews*, Vol. 4(1), pp. 63-72.
33. Oraevskii, V.N., V.P.Kuleshova, Yu.F.Gurfinkel, A.V.Guseva, S.I Rapoport, 1998. Medico-biological effect of natural electromagnetic variations. *Biofizika*, 43(5), 844-848.
34. Otsuka, K., G.Cornelissen, A.Weydahl, B.Holmeslet, T.L.Hansen, M.Shinagawa, Y.Kubo, Y. Nishimura, K.Omori, S.Yano, F.Halberg, 2001. Geomagnetic disturbance associated with decrease in heart rate variability in a subarctic area. *Biomedicine and pharmacotherapy*, 55, pp. 51-56.
35. Otsuka, K., R. Izumi, N.Ishioka, H.Ohshima, C.Mukai, 2009. Chronomics of heart rate variability on Earth and in space. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, Vol. 169, Suppl. 1, pp. 69-72.
36. Palmer, S. J., M. J. Rycroft, M. Cermack, 2006. Solar and geomagnetic activity, extremely low frequency magnetic and electric fields and human health at the Earth's Surface, *Surv. Geophys.*, vol. 27, pp. 557-595.
37. Papailiou, M., H. Mavromichalaki, K. Kudela, J. Stetiarova, S. Dimitrova, 2011. Effect of geomagnetic disturbances on physiological parameters: an investigation on aviators. *Advances in Space Research*, 48(9), pp. 1545-1550.
38. Papailiou, M., H. Mavromichalaki, K. Kudela, J. Stetiarova, S. Dimitrova, 2012. Cosmic radiation influence on the physiological state of aviators. *Natural Hazards*, 61 (2), pp. 719-727.
39. Persinger, M. A. 1987. Geopsychology and geopsychopathology: mental processes and disorders associated with geochemical and geophysical factors. *Experientia* Vol. 43(1), pp. 92-104.
40. Stoupel, E., C.Wittenberg, J.Zabludowski, G.Boner, 1995. Ambulatory blood pressure monitoring in patients with hypertension on days of high and low geomagnetic activity. *Journal of human hypertension*, Vol. 9, pp. 293-294.
41. Stoupel, E., E. Babayev, F. R. Mustafa, E. Abramson, P. Israelevich, J. Sulkes, 2007. Acute myocardial infarction occurrence: environmental links – Baku 2003–2005 data, *Med. Sci. Monit.*, 2007, vol.13, No.8, pp.175-179.
42. Task Force, 1996. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Task force of the European society of cardiology and the North American society of pacing and electrophysiology. Eur Heart J* 17:354–381.
43. Villosesi, G., N.G.Ptitsyna, M.I.Tiasto, N.Lucci, 1998. Myocardial infarct and geomagnetic disturbances: analysis of data on morbidity and mortality. *Biofizika*, 43(4), pp. 623-631.
44. Zhadin, M. N. 2001. Review of Russian literature on biological action of DC and low-frequency AC magnetic fields. *Bioelectromagnetics* Vol. 22(1), pp. 27-45.