

РЕГИСТРИРАНЕ НА ULF ГЕОМАГНИТНИ ВАРИАЦИИ НА ТЕРИТОРИЯТА НА БЪЛГАРИЯ

Божидар Сребров, Илия Чолаков

Национален институт по геофизика, геодезия и география – Българска академия на науките
e-mail: srebrov@geophys.bas.bg

REGISTRATION OF ULF GEOMAGNETIC VARIATIONS ON THE TERRITORY OF BULGARIA

Bozhidar Srebrov, Iliya Cholakov

National Institute for Geophysics, Geodesy and Geography – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: srebrov@geophys.bas.bg

Abstract: *The registrations of geomagnetic variations in ULF (0,01 mHz - 1 Hz) on the territory of Bulgaria were observed. Observatory registrations and field registrations by using contemporary measurement equipment as proton and flux-gate scalar end vector magnetometers were examined. The anthropogenic magnetic field was also observed and compared with the natural geomagnetic field. It was determined that the anthropogenic magnetic field in urbanized territories exceeds many times the natural geomagnetic field.*

Вариациите във времето на компонентите на геомагнитното поле в честотния диапазон 0,01 mHz - 1 Hz (B_{ULF}) се регистрират непрекъснато в геомагнитна обсерватория Панагюрище. От средата на 2005 г. тези регистрации се извършват с флукс-гейт векторни цифрови магнитометри с точност от 0,1 nT. В резултат се получават секундни и средноминутни стойности за полето. Освен това, при необходимост, се извършват такива регистрации във всяка точка от територията на страната с полеви скаларни и векторни магнитометри.

I. Необходимост от регистриране на геомагнитните вариации на територията на България

Областите, в които се използват данните от регистрирането на вариациите са следните:

1. При абсолютните измервания на геомагнитното поле, като данните се използват в следните случаи:

- Създаване на карти на нормалното и аномалното геомагнитно поле на територията на България;
- Геофизични проучвания във връзка с геолого-проучвателни дейности на територията на България;
- Създаване на карти на геомагнитната деклинация за нуждите на отбраната;
- Изучаване на вековия ход на полето на територията на България;
- Измерване на геомагнитната деклинация на територията на гражданските и военните летища;
- За създаване на световни модели на полето от типа на IGRF и изучаване на интериора на Земята;
- Участие в европейската секуларна мрежа за измерване на геомагнитното поле по линията на европейската организация MagNetE;
- Предоставяне на информацията от абсолютните измервания на световните центрове за данни – WDC;
- Предоставяне на данни за вариацията на полето при провеждане на абсолютни измервания в съседни държави – например, в Р. Македония.

2. Данните за самите вариации се използва директно и при:
- Магнитовариационни и магнитотелурични изследвания на литосферата и земната кора;
 - Мониторинг на зони с повишена сеизмична активност;
 - Изследвания на йоносферни и магнитосферни процеси;
 - Мониторинг на електромагнитното замърсяване в ULF диапазона;
 - Изследване на въздействието на ULF магнитното замърсяването върху екологичната система и човека;
 - Предоставяне на информация за състоянието на полето на обществото;
 - Предоставяне на информация за вариацията на полето на световните центрове за данни по линията на INTERMAGNET- т.е. на световната научна общност.

II. Структура на геомагнитното поле

Вариациите на геомагнитното поле имат структура, която се изразява със следната зависимост [1]:

$$(1) \quad F(t) = Vg(t) + V_a + V_c(t) + V_i(t) + V_{an}(t),$$

тук всички величини са векторни и сумирането означава векторно такова. Тази зависимост се обосновава от принципа на суперпозицията, който е в сила както за потенциалните, така и за непотенциалните съставни на полето. Включените в израза величини са както следва:

$F(t)$ – вариация на вектора на геомагнитното поле.

$Vg(t)$ – вариация на главно поле на Земята – дългопериодична вариация (векова вариация).

V_a - постоянно във времето аномално поле, създавано от остатъчното намагнитването на скалните породи.

$V_c(t)$ – вариация на геомагнитното поле, предизвикана от Слънчева активност чрез магнитосферните и йоносферни токови системи.

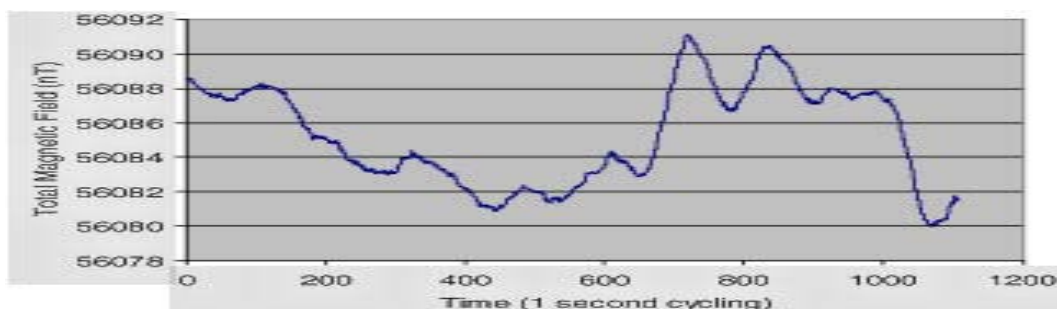
$V_i(t)$ – вариация на индуцираното поле, създадена от телуричната токова система в Земята.

$V_{an}(t)$ – вариации на полето от антропогенен произход

Последните три члена на вариацията на геомагнитното поле попадат в разглеждания тук честотен диапазон от 0,01 mHz - 1 Hz и може да запишем следната векторна сума:

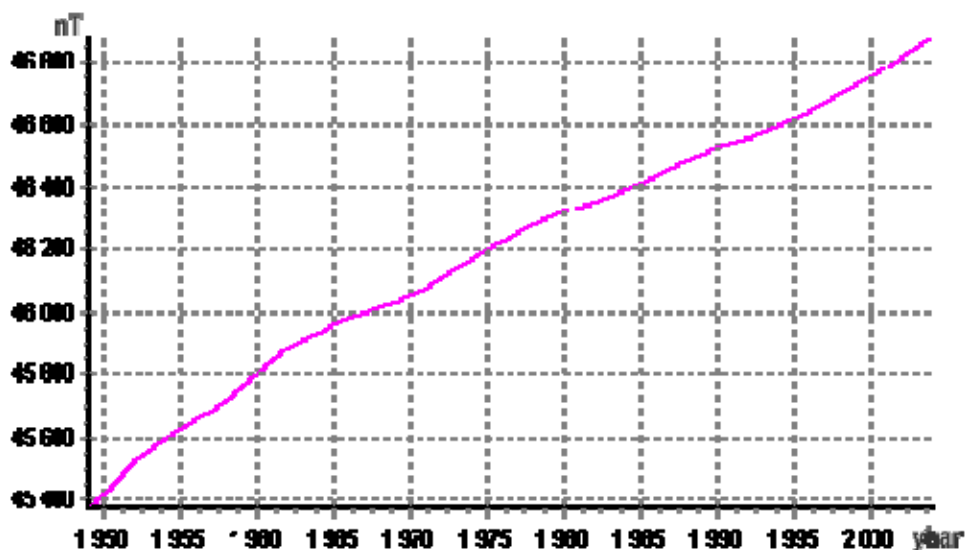
$$(2) \quad V_{ULF} = V_c(t) + V_i(t) + V_{an}(t) .$$

Типична вариация на полето V_{ULF} , регистрирана с протонен магнитометър е показана на фиг.1



Фиг . 1. Вариация на полето V_{ULF} , регистрирана с протонен магнитометър

Тази магнитограма включва като постоянна част и величината $Vg(t)$, която за показания период от едно денонощие може да се приеме за константа $Vg(t) = \text{const.}$. Вековата вариация на големината на вектора на геомагнитното поле $Vg(t)$ за геомагнитна обсерватория Панагюрище е показана на фиг. 2.

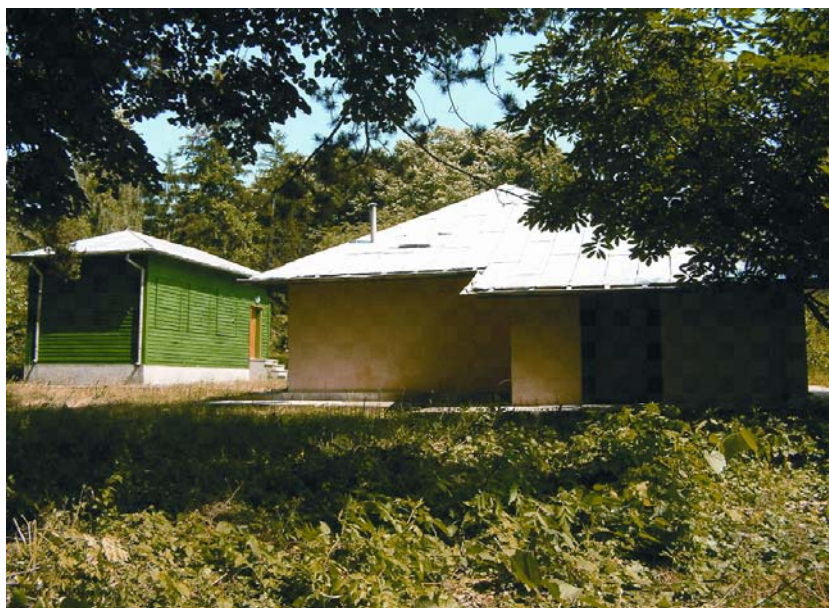


Фиг. 2. Веково изменение на геомагнитното поле $B_g(t)$ в България за периода 1950 – 2005 г., получено от абсолютни измервания в геомагнитна обсерватория – Панагюрище

III. Обсерваторна регистрация на вариациите на геомагнитното поле в България

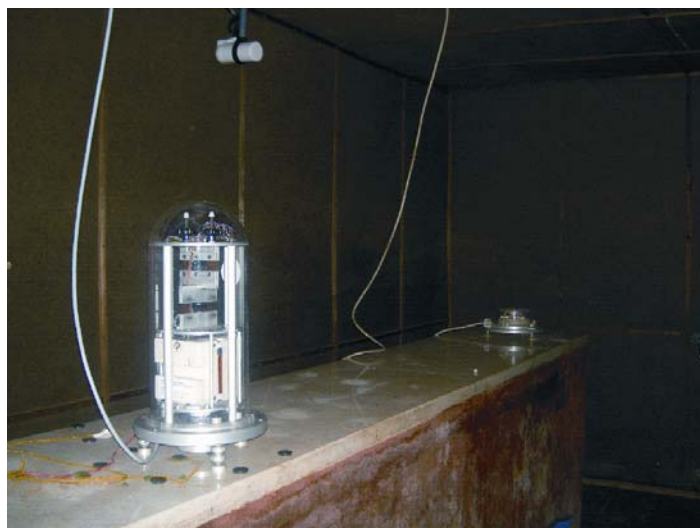
Аналогова регистрация на отделните компоненти на вектора на полето в обсерватория Панагюрище имаме от 1937 г., а цифрова регистрация - от средата на 2005 г. [2]. От 1984 г. до 2005 г. средноминутните стойности от аналоговата регистрация са приведени в цифров вид по стандарта на Световната организация за аерономия и геомагнетизъм IAGA [2] [3].

Вариациите на геомагнитното поле се регистрират в т.н. вариационна къща на геомагнитна обсерватория – Панагюрище, която е показана на фотографията на фиг. 3.



Фиг. 3. Вариационна къща (вдясно) и абсолютна къща (вляво) в обсерватория Панагюрище

Интериорен изглед от вариационната къща е показан на фиг. 4. На преден план е обсерваторният векторен флуks-гейт магнитометър FGE, производство на Датския метеорологичен институт, а на заден план се вижда векторният флуks-гейт магнитометър Magson – производство на фирмата „Магсон” – Германия. В горната част на фотографията се вижда сензора на оверхаус-протонния магнитометър GSM-19, производство на фирмата „Джем системс” – Канада. Последният е показан на фиг. 5.

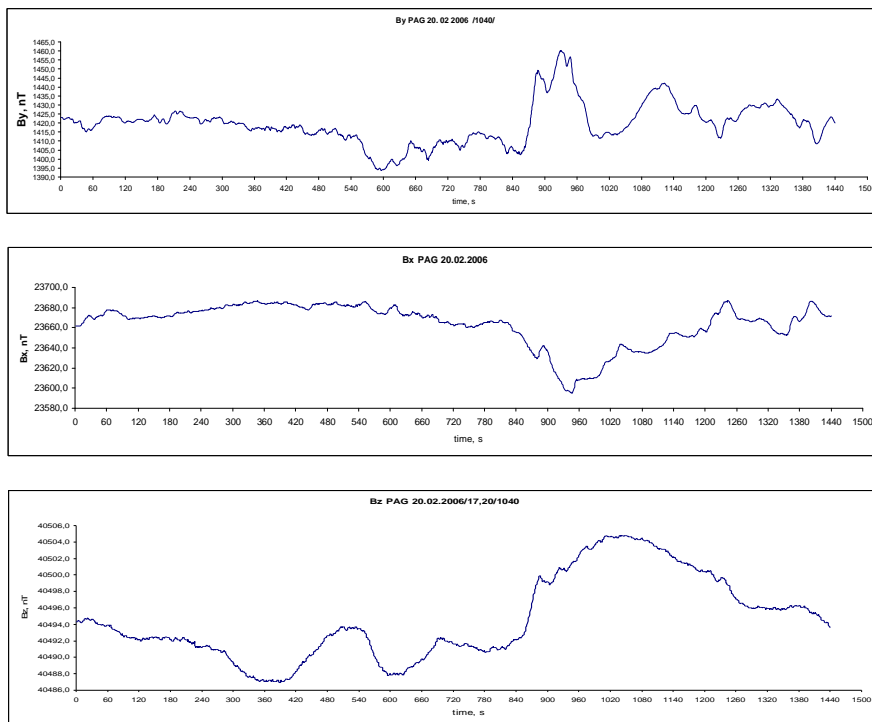


Фиг. 4. Векторни магнитометри (върху мраморен постамент) във вариационната къща на обсерватория Панагюрище и сензор на протонен магнитометър (горе)



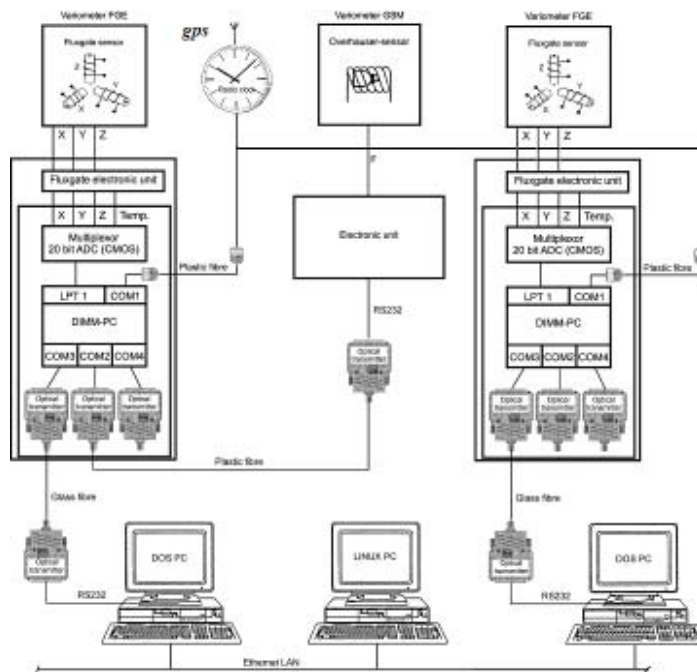
Фиг. 5. Оверхаус-протонен магнитометър GSM-19

Типични магнитограми на вариацията на трите компоненти на геомагнитното поле са показани на фиг. 6



Фиг. 6. Типични магнитограми при спокойни геомагнитни условия, получени с векторния магнитометър тип FGE

Информацията за вариациите на геомагнитното поле се събира и обработва от дейталогер, разработка на геомагнитна обсерватория „Адолф Шмид“ - Нимег, Германия. Този дейталогер е свързан с оптични кабели с изчислителния център на обсерваторията, разположен в административната сграда. Схема на цялата апаратура за регистрация на вариациите на геомагнитното поле е показана на фиг. 7., а фотография на изчислителния център е показана на фиг. 8.



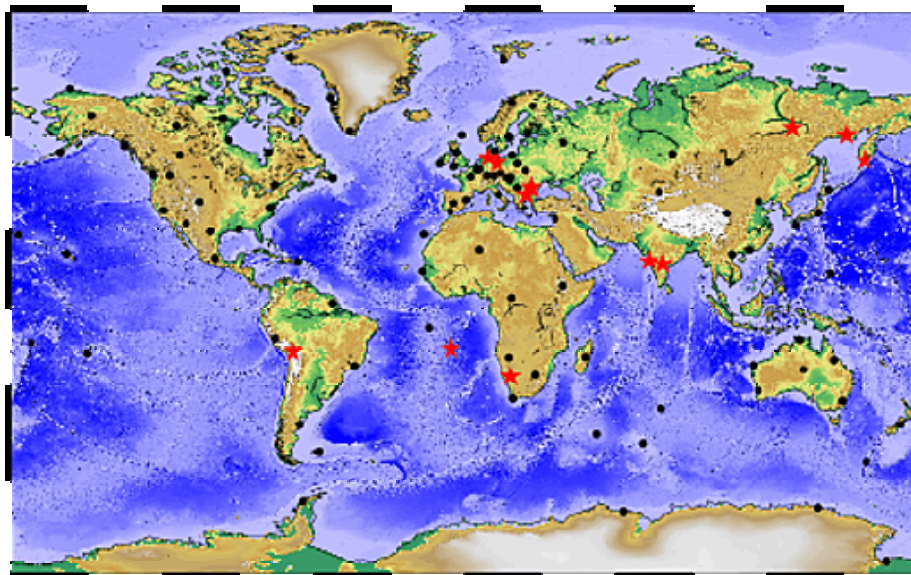
Фиг. 7. Обща Схема на вариометричната апаратура в обсерватория Панаяурище



Фиг. 8. Компютърна зала на обсерваторията

Данните за вариациите, в формат по IAGA стандартите, се изпращат в реално време по линията на световната организация INTERMAGNET в световния център за данни в г. Единбург – Шотландия.

Единна методика на регистрация и обработка на данните за вариациите на геомагнитното поле, като тази в обсерватория Панагюрище имат и още 12 обсерватории с център за събиране на данни в обсерватория «Адолф Шмид» - Ниемег, Германия. Карта на разположението на тези обсерватории е показана на фиг. 9.



Фиг. 9. Карта на разположението на групата обсерватории, работещи по обща методика

Таблица 1.

Обсерватория	Държава	Година на присъединяване
Niemegek	Germany	
Wingst	Germany	2000
Villa Remedios	Bolivia	2000
Panagyurishte	Bulgaria	2005
Keetmanshoop	Namibia	2005
Yakutsk	Rusia	2007
Stekolnyy (Magadan)	Rusia	2007
St. Helena	UK	2007
Alibag	India	2007
Hyderabad	India	2007
Surlari	Romania	2008
Paratunka	Rusia	2009

В таблица 1 са показани имената на обсерваториите в тази група, държавата и годината на присъединяване към групата.

IV. Полева регистрация на геомагнитното поле на територията на България

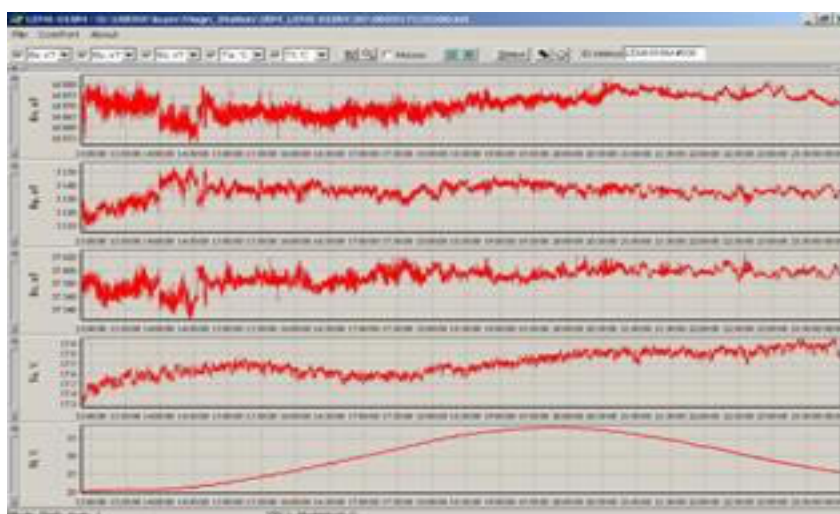
Вариациите на геомагнитното поле на територията на страната извън обсерваторията се регистрират с полеви скаларни (протонни) и векторни (флукс-гейт) магнитометри .

За скаларна регистрация на вариацията на големината на вектора на геомагнитното поле се използват протонни магнитометри PMP -5 и оверхаус-протонни магнитометри от типа на GSM-90 и GSM-19. Последният е показан на фиг. 5.

За векторна регистрация се използва полевия флукс-гейт векторен магнитометър LEMI-018, производство на Львовския център на Института за космически изследвания на Украйна. Този магнитометър е показан на фиг.10, а типична магнитограма, получена с него е показана на фиг. 11.



Фиг.10. Векторен магнитометър LEMI-018



Фиг. 11. Типична магнитограма на векторния магнитометър LEMI-018

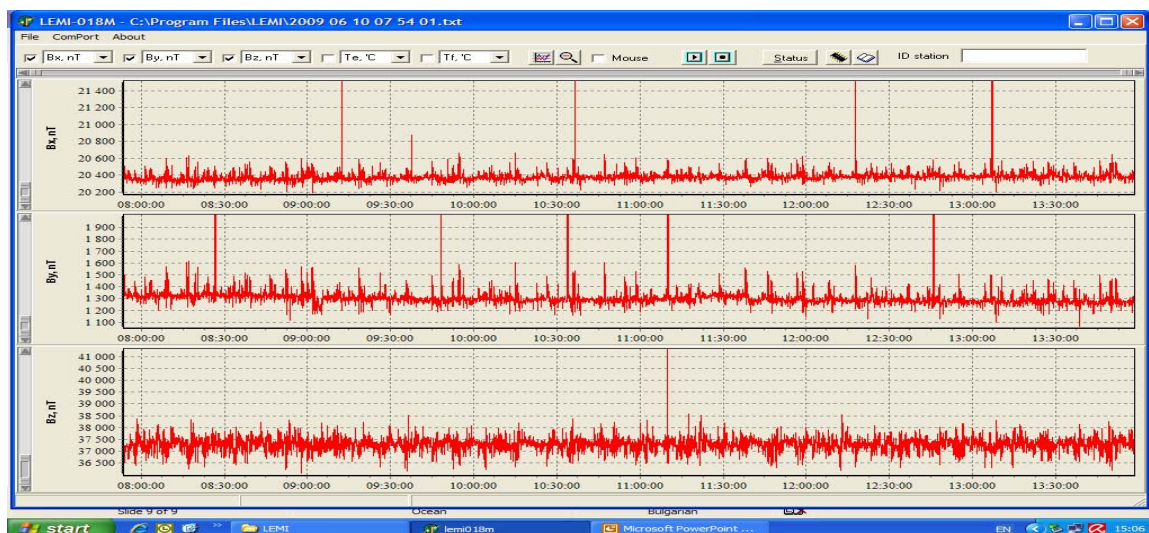
V. Вариации на магнитното поле в урбанизираните територии

Световната здравна организация в своя резолюция е приела, че ULF магнитното поле е доказано вредно за човека и е приела директива за ограничаване на това вредно влияние. Тази резолюция и указанията в съответната директивата са въз основа на изследвания на персонала в железниците, градския транспорт и метрото в страни като Русия, Швейцария, Швеция и др., направени след 1960 г., когато електротранспортът навлиза масово.

У нас през 2009 г. бяха проведени измервания на антропогенното поле в урбанизираните територии. Типична магнитограма е показана на фиг. 12. Те е направена в сградата на НИГГГ . От този пример става ясно, че вариацията на полето в урбанизираните територии надвишава многократно естествените изменения на геомагнитното поле и достига десетки хиляди nT. Можем да сравним това поле с естественото, като посочим, че най-силната геомагнитна буря, регистрирана на територията на България, откакто има редовна регистрация у нас (1937 г.), е с амплитуда само близо 400 nT.

От горното можем да направим следните изводи:

У нас трябва да започнат системни измервания на вредното антропогенно магнитно поле в ULF диапазона, като се обърне внимание преди всичко на персонала, работещ в условия на такова силно поле. След анализ на условията да се прилагат директивите на Световната здравна организация.



Фиг. 12. Вариации на трите компоненти на магнитното поле, регистрирани в сградата на НИГГГ на 10.06. 2009 г. В този ден вариацията на естественото поле, регистрирана в обсерватория Панагюрище е само 20 nT.

Според нас разработките и изследванията за въздействието на естественото поле върху човека, проведени в урбанизирани територии, с използване на данни от геомагнитна обсерватория Панагюрище, трябва да се преразгледат предвид факта, че в тези територии естественото смутено поле е многократно по-слабо от антропогенното.

Литература:

1. P a r k i n s o n, W. D. Introduction to Geomagnetism, Scottish Academic Press, Edinburgh and London, 1983.
2. Ч о л а к о в, Ил., Б. С р е б р о в, И. Б ъ ч в а р о в, 70 години геомагнитна обсерватория Панагюрище, София, 2007 г.
3. J a n k o w s k i, J., Ch. S u c k s d o r f f. IAGA guide for magnetic measurements and observatory practice, 1996.