

КАРТОГРАФИРАНЕ НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНОТО ЗАМЪРСЯВАНЕ В НАСЕЛЕНИ МЕСТА – ПЪРВИ РЕЗУЛТАТИ

**Димитър Теодосиев¹, Гаро Мардиросян¹, Божидар Сребров²
Лъчезар Филчев¹, Цвета Среброва¹**

¹*Институт за космически изследвания – БАН*

²*Геофизичен институт – БАН*

e-mail: dteod@space.bas.bg

Ключови думи: *мобилна телефония, електромагнитно поле, електромагнитно замърсяване*

Абстракт: *През последното десетилетие настъпи бурно развитие на телекомуникационните технологии и системи. Нарастването на енергетичния потенциал на техническите средства става за сметка на повишаване на мощността на радиопредавателите и тяхната концентрация в урбанизираните територии. Това, от своя страна, води до изменения на електромагнитното поле в околната среда. Това повишено ниво провокира въпроса доколко то може да окаже негативно влияние на човешкото здраве. Целта на настоящия доклад е да разгледа този проблем и да представи някои конкретни първи резултати от измервания и картографиране на електромагнитното замърсяване в населени места. Представени са и някои виждания за бъдещо развитие на тази дейност.*

MAPPING OF ELECTROMAGNETIC POLLUTION IN URBAN TERRITORIES – FIRST RESULTS

**Dimitar Teodossiev¹, Garo Mardirossian¹, Bozhidar Srebrov²,
Lachezar Filchev¹, Tsveta Srebrova¹**

¹*Space Research Institute - Bulgarian Academy of Sciences,*

²*Geophysical Institute - Bulgarian Academy of Sciences*

e-mail: dteod@space.bas.bg

Key words: GSM, electromagnetic fields, base stations, electromagnetic pollution

Abstract: *The recent decade was marked by the intense development of telecommunication technologies and systems. The increase of the technical facilities' energetic potential is accomplished through increasing the power of radio transmitters and their concentration in urbanized territories. This, in its part, results in changes in the surrounding electromagnetic field. The increased level of such fields raises the question as to whether it may affect negatively human health and how great this negative effect may be. The objective of this report is to consider this problem and to present some specific first results from measurements and mapping of electromagnetic pollution in urbanized territories. Some views on the future development of this activity are also presented.*

Днес трудно можем да си представим напрегнатото си ежедневие без мобилната телефония. В бита, съобщенията, транспорта, здравеопазването, борбата с аварийни и катастрофални ситуации, при конфиденциални разговори... и къде ли не, мобилната телефония създава удобство, сигурност, пести време и нерви, спасява хиляди човешки живота и предотвратява загуба на неизчислими материални ценности.

Но, наред с безспорните предимства, възниква въпросът безвредна ли е мобилната телефония и има ли тя негативно влияние върху човешкото здраве и самочувствие? Вече петнадесетина години този въпрос е обект на спорове и дискусии, като по понятни причини

актуалността му и общественият интерес към него постоянно нарастват. В цял свят учени от различни специалности правят лабораторни експерименти и полеви измервания с цел изясняване на въпроса.

Мониторингът на електромагнитните полета в околната среда е един от най-ефективните начини за получаване на достоверна и актуална информация за техните характеристики. Този процес, обаче, поставя сериозно теоретични, технически и организационни задачи и е пряко свързан с проблемите за защитата на хората и околната среда от неблагоприятните въздействия на електромагнитните полета в широка честотна област от 0 Hz до 300 GHz. В тази връзка са приети норми за интензивността на електромагнитните лъчения в работна и околна среда, регламентирани с национални нормативни документи и стандарти, а също и международни, като препоръките на Световната здравна организация (СЗО) и на Европейския съюз. За защита здравето на работещите от прякото или косвено въздействие на електромагнитните лъчения бе приета Директива 2004/40/ЕС. Влизането в сила на тази директива бе отложено за 30 април 2012 г., което е свързано с необходимостта от по-детайлна оценка на евентуалните отрицателни въздействия върху здравето на хората, икономиката и други заинтересовани лица, които могат да бъдат засегнати от нейното прилагане.

В редица европейски страни като Португалия, Гърция, Италия, Швейцария, Австрия и други, а също така в САЩ, Япония, Австралия, Израел и други се прилагат различни схеми и технически решения при реализирането на мониторинг на електромагнитните лъчения в урбанизирани територии.

Български учени и специалисти също извършват различни изследвания за електромагнитното замърсяване на околната среда. Правят се и опити за координиране на усилията на отделните научни институти, университети и мобилни оператори в тази насока. Основната дейност по контрола на електромагнитното замърсяване извършва лабораторията "Физични фактори" към Националния център по опазване на общественото здраве. Активна дейност развива Българския национален програмен комитет (БНПК) към Международен проект на Световната здравна организация по защита от електромагнитни лъчения, създаден със Заповед на Министъра на здравеопазването в Р. България. Тази дейност беше отчетена като успешна на годишната среща на БНПК, състояла се през есента на 2009 г.

Активно е и участието на учени от Българска академия на науките в срещи и консултации с водещи специалисти в областта на телекомуникациите, например като проф. Ернст Бонек от Faculty of Technology of University of Lund, Sweden, бивш член на борда на директорите на МОБИКОМ Австрия и г-н Horst Perti, Director Network Planning MTel.

Тази година завърши успешно един международен проект, финансиран по програмата INTAS за Югоизточна Европа на тема "Разработване на метод и стратегия за мониторинг на електромагнитното замърсяване за района на Западните Балкани". Това е съвместен проект с колеги от университети и научни институти от Македония, Словения, Хърватия и Чехия, водеща научна организация в който е Институтът за космически изследвания при БАН. Крайната цел е изграждане на мониторингова система в урбанизирани територии, която да позволява събиране на експериментални данни в реално време за нивото на електромагнитните лъчения от различни източници, в диапазона от 0 до 30 GHz.

Учени и специалисти от БАН разработват Пилотен проект за изграждане на Система за мониторинг на ЕМП в диапазона от 100 kHz до 3 GHz в урбанизирани територии. Основания за разработването на този проект са както съвременните норми и изисквания за информираност на обществото относно състоянието на компонентите на околната среда, имащи пряко или косвено отношение към здравния статус на населението, така и необходимостта от независим обективен контрол от научни и обществени организации за спазването на санитарно допустимите норми за електромагнитно облъчване на населението, извън задължените по своята същност държавни органи към Министерството на здравеопазването. Други мотиви са необходимостта от повишаване на знанията на учениците, студентите и обществото като цяло, за развитието на телекомуникационните технологии и тяхното отражение върху различните аспекти на нашия живот и не на последно място съвременните тенденции за развитие на двупосочните взаимоотношения научни изследвания/практически приложения.

Основните етапи от изпълнението на проекта и очакваните резултати са:

- Изграждане на пилотен проект на регионална мониторингова система на територията на някои от големите градове в България, който да създаде платформа/база за събиране на експериментални данни за нивото на електромагнитните лъчения от различни източници в реално време в диапазона от 100 kHz до 3 GHz.

- Съхраняване и достъп до данните чрез изграждане на ГИС-база-данни от измервания и моделиране разпределението на ЕМП.

- Използване на данните от мониторинга на ЕМП на територията на общината чрез интегрираната ГИС, която ще може да се използва и като Информационно-справочна система, осигуряваща лесен достъп до данните, съхранявани в ГИС и бързата им визуализация, и като Информационно-моделираща система за оценката на въздействието на електромагнитните лъчения върху природната среда.

Екип от БАН проведе първите пилотни измервания и картиране на електромагнитното замърсяване през 2009 г. в района на град Панагюрище, в десетина пункта в град Пловдив, в територията на село Кътина – Софийско и в отделни пунктове в град София.

По молба на кмета на Бургас и в изпълнение на Рамков договор между общината и БАН, е проведено пилотно измерване на около 60 пункта в района на град Бургас. По-късно беше проведена среща с обществеността на град Бургас, на която и специалисти от ИКИ-БАН и ГФИ-БАН изнесоха доклади по темата.

Сключен е и рамков договор между Института за космически изследвания при БАН и Община Пловдив за съвместна работа, включително и по измерване и картографиране на електромагнитното замърсяване от мобилната телефония. Чрез специална web страница на общината данните от тези измервания ще бъдат достъпни в реално време за всички граждани,

Измерванията са проведени с два идентични комплекта мобилна апаратура "SPECTRAN", производство на немската фирма AARONIA AG (фиг. 1). Комплектът включва прибор "SPECTRAN NF 5010", измерващ в диапазона от 1 Hz до 1 MHz и "SPECTRAN HF 6060", измерващ в диапазона от 1 MHz до 7 GHz. Всеки комплект съдържа още и две антени тип Nureg LOG 7060, съответно за първия и втория прибор. Към комплекта е закупен и специализиран софтуер на фирмата-производител, позволяващ съхраняването в различни формати на данните от измерванията и провеждане на последващ спектрален анализ. Това позволява не само да бъдат охарактеризирани отделни обекти, излъчващи електромагнитни вълни, но и да бъде измервана плътността на излъчваната мощност от антената на базовата станция, чрез пряко насочване на антената на прибора към антената на базовата станция. Двата комплекта апаратура са закупени през месец март 2009 г, от когато е и тяхната фабрична калибровка. Според техническото му описание точността на прибора "SPECTRAN HF 6060", с който са измервани нивата на плътността на мощността на енергийния поток за ЕМП от базови станции, е ± 3 dBm.

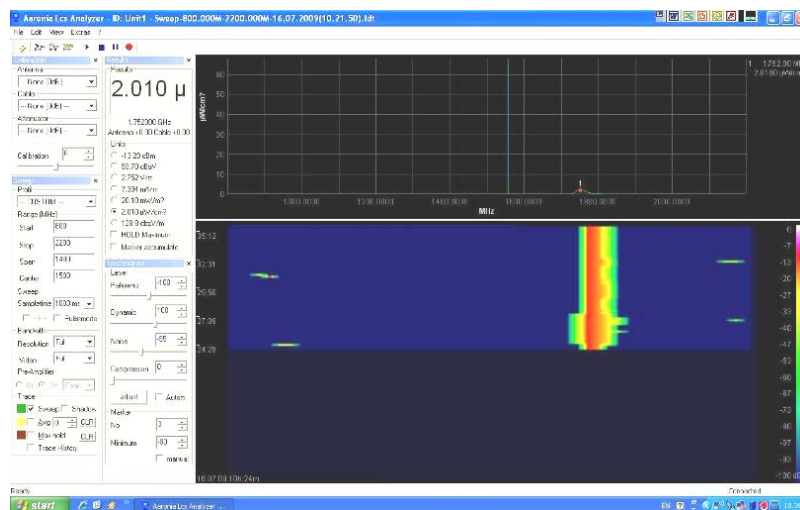
Понастоящем екипът разполага с 3 идентични апарата "SPECTRAN", съответно собственост на Българска академия на науките, на Нов български университет и на македонския Институт ГАПЕ в Скопие, с който специално в областта на измерване на електромагнитното замърсяване на околната среда поддържа дългогодишна връзка. Наличието на три идентични заводски калибрирани и атестирани измервателни апарата позволява надеждни синхронни измервания в 3 различни точки.



Фиг. 1. Комплектът SPECTRAN HF 6060

Измерванията са проведени в честотния диапазон 800–2200 MHz, който обхваща честотите на всички мобилни оператори у нас. Данните от отделните цикли на измерване, всеки с продължителност около 10 минути, са записвани в цифров вид директно на преносими компютри, свързани с приборите. Приборите са настроени да правят запис на данните от измерванията на всеки 1000 ms. Данните за всяко измерване са в dBm, привързани са към

абсолютното време, регистрирана е честотата в MHz за всяко измерване и отделно са регистрирани максимумите на излъчването за различните наблюдавани честоти. Данните са съхранени в цифрови файлове и са обединени с допълнителна съпътстваща информация, като географски координати, карта на района, местоположение на антените, записи на спектрограмите в графичен вид за всеки интервал на измерване и фотографии на местата на измерване с монтираните антени. С цел директно сравнение с пределно допустимите норми по БДС и други международни и национални стандарти чрез софтуера е направено превръщане на стойностите на измерваните величини от dBm в mW/m^2 или в $\mu W/cm^2$. На фиг. 2 са илюстрирани резултатите от измерванията на ЕМП за един от пунктовете, а в Таблица 1 е показана структурата на записа на обобщени резултати от някои максимални измерени стойности за отделни пунктове в района на град Бургас в различни времеви интервали.



Фиг. 2. Разпределението на интензивността на електромагнитното лъчение (dBm) във времето (по вертикалната ос в долната част на картината). Виждат се регистрираните максимални пикове на интензитета за съответните честоти - максимуми при 1752 MHz, при 968 MHz и 2144 MHz и най-слабия от тях на около 1300 MHz, изброени в низходяща градация по интензивност

Таблица 1. Примерен запис на някои от обобщените резултати

№	Измервателен пункт	Максимална стойност на измереното ЕМП MHz / $\mu W/cm^2$ (1-во измерване)	Максимална стойност на измереното ЕМП MHz / $\mu W/cm^2$ (2-ро измерване)	Максимална стойност на измереното ЕМП MHz / $\mu W/cm^2$ (3-то измерване)
1	Блок 38	1752 / 0,877	968 / 0,050	912 / 0,031
2	К-с «Лазур», бл. 33	1752 / 0,946	1752 / 0,912	1752 / 0,927
3	ОУ «П. Яворов»	940 / 0,148	884 / 0,048	1752 / 0,899
4	Блок 38	1752 / 0,887	940 / 0,037	1836 / 0,005
5	К-с «Меден рудник» - ОДЗ	1752 / 0,513	968 / 0,004	-
6	Ул. «Б. Киро» № 26	968 / 0,040	1752 / 0,447	1752 / 0,504

Анализът на максималните измерени стойности за различните пунктове, направени през светлата част на деня (09:30 – 17:00) за двата дена на измервания, показват стойности под пределно допустимата норма от $10 \mu W/cm^2$ за плътността на мощността на електромагнитното излъчване в честотния диапазон от 300 MHz до 300 GHz, съгласно Българския държавен стандарт и Наредба 9/1991 г. Измерените максимални стойности са почти на порядък по-ниски от допустимите норми, като максималната измерена от нас стойност е $0,946 \mu W/cm^2$ за работна честота на предавателната антена 1752 MHz. Трябва да се отбележи, че измерванията са направени извън определените за всяка една от антените хигиенно-защитени зони.

Измерените стойности са за отделните предаватели. За анализ на влиянието на ЕМП върху здравето на хората трябва да се взема предвид сумарната стойност на измерените плътности на мощността за всички предаватели, излъчващи в близост до точката на измерване, за която цел трябва да се използват изотропни антени. В нашите измервания е използвана насочена логопериодична антена. Необходими са мониторингови измервания за получаване на по-пълна картина на пространствената и времева динамика на излъчванията.

Измерванията са проведени в летния сезон, който се характеризира с по-слаб трафик за всички GSM-оператори за градски условия, а това е свързано и с по-ниското ниво на излъчване от антените. Този факт е особено съществен за измерените стойности в районите на детски градини и училищни дворове, като особено при последните трябва да се очаква няколкократно завишен трафик на мобилните комуникации в периода на учебни занятия.

Сравнението между измерените плътности на мощността на електромагнитното излъчване в честотния диапазон от 800 MHz до 2,2 GHz за пунктовете в централната част и периферната части на града, каквито са к-с "Лазур", от една страна, и жилищните райони "Меден рудник" и "Славейков" - от друга, показват по-високи нива в полза на централните части. Регистрираните нива на излъчване за централната част са около два пъти по-високи от нивата в периферните райони на града и въпреки това са под пределно допустимите норми.

Резултатите от измерванията и проведените анализи и сравнения със съществуващите подобни мониторингови системи в различни страни доказват категорично необходимостта и ефективността от използването им. В окончателния си вариант една мониторингова система за измерване на електромагнитните полета ще има следните възможности и предимства:

- Съхраняване и достъп до данните чрез изграждане на ГИС-база данни за резултати от измервания и моделиране на разпределението на ЕМП;

- Съхраняване в интегрирана ГИС-база данни на резултати от мониторинга за същото населено място и на други физически и химически фактори, влияещи върху състоянието на околната среда, като например: шум, температура, влажност, химически компоненти на въздуха, йонизиращи лъчения, вариации на геомагнитното поле и други. Това дава възможности за провеждане на разширен и задълбочен анализ за влиянието на различните фактори на околната среда върху здравето на хората.

- Разширен диапазон на мониторинг на ЕМП в диапазона от 100 kHz до 3 GHz. Това включва не само честотите на мобилните оператори, но и на радио- и телевизионните предаватели и други служебни комуникации.

Авторите благодарят на кметовете и общинските служители от споменатите по-горе общини, както и на ръководствата на Института за космически изследвания и на Българската академия на науките за съдействието при провеждане на измерванията.

Литература:

1. Council of the European Union, "Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)", *Official Journal of the European Communities*, L 199/59, Brussels, Belgium, July 1999.
2. D a n e s t i g, J. Analysis of RF Exposure from Radio Base Station Antennas in Operating Environments, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2004.
3. G e t s o v P., D. T e o d o s i e v, E. R u m e n i n a, G. M a r d i r o s s i a n. Bulgarian Participation in the Project SEE_Era.NET-EU PROGRAMME, International Conferencee Fundamental Space Research, 2008, pp. 399–402.
4. G e t s o v P., D. T e o d o s i e v, E. R o u m e n i n a, M. I s r a e l, G. M a r d i r o s s i a n, G. S o t i r o v, B. S r e b r o v, S. V e l k o s k i, P. G a j e s e k, D. S i m u n i c. Methods for Monitoring Electromagnetic Pollution in the Western Balkan Environment, Proceedings of the Third Scientific Conference with International Participation SPACE, ECOLOGY, NANOTECHNOLOGY, SAFETY, June 2007, Varna, Bulgaria, pp. 209–213, 2008.
5. H a r r i n g t o n, R. Field Computation by Moment Methods, John Wiley - IEEE Press, Piscataway, NJ, USA, 1993.
6. M a r t í n e z – B u r d a l o, M., L. N o n í d e z, A. M a r t í n, R. V i l l a r. On the calculation of safety distances for human exposure to electromagnetic fields from base station antennas, *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 43, No. 5, 2002, pp. 364–367
7. O l i v e i r a C., Estimation of Exclusion Zones for Base Station Antennas in Wireless Communication Systems, MSc. Thesis, Instituto Superior Técnico (Technical University of Lisbon), Lisbon, Portugal, 2006.
8. WIPL-D, www.wipl-d.com.