



ОЦЕНКА НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНОТО ПОЛЕ НА КЛЕТЪЧНИ МРЕЖИ ЗА МОБИЛНИ КОМУНИКАЦИИ

Петър Иванов, Галина Чернева
lz1pgi@gmail.com, galja_cherneva@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“
София, ул. „Гео Милев № 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: *Електромагнитни полета, мобилни устройства, електромагнитно замърсяване.*

Резюме: *Електромагнитните полета в околната среда непрекъснато се увеличават в резултат на нарасналата употреба на различни мобилни устройства, Wi-Fi рутери, дистанционни играчки и др. Разширяващият се спектър от лично, домашно, търговско и медицинско оборудване значително увеличава, както броя на източниците на електромагнитни полета, така и променя нивата и разпределението на електромагнитното замърсяване.*

Съгласно препоръка 1999/519/EC Council Recommendation on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz), основана на ICNIRP GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC, MAGNETIC AND ELECTROMAGNETIC FIELDS (UP TO 300 GHZ) се дефинират осем електрически, магнитни, електромагнитни и дозиметрични величини, които обикновено използват при измерване и оценка на електромагнитното поле. Сред тях е величината плътност на мощност на полето. Тя е подходяща и използвана за оценка на високочестотни електромагнитни полета, когато дълбочината на проникване на полето в тялото е ниска.

В предложения доклад е направено измерване на плътността на мощност на електромагнитното поле в честотен диапазон, съответстващ на мобилните мрежи и услуги. Изследването е извършено за период от три дни, в различни времеви интервали и в гъстонаселен район. Получените данни от измерванията са обработени и представени в табличен и графичен вид посредством Microsoft Office Excel 2007 и Adobe Photoshop. Резултатите са анализирани съобразно нормите по национални и международни стандарти.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременното развитие на мобилните и компютърни технологии води до нарастване на броя и разновидностите на източници на електромагнитно поле (ЕМП). Свидетели сме на бързо развиващи се комуникационни услуги, при което електронните устройства все повече навлизат в нашето ежедневие. Това е свързано с разполагането на повече базови станции, с повече антени и работни честоти, които пораждат допълнителен електромагнитен фон в околната среда. Обществената значимост на

проблема ангажира редица институции да разработват стандарти и препоръки и да следят за изпълнението им.

Безжичното предаване на данни се осъществява чрез нейонизирани електромагнитни вълни. Мобилните устройства създават нейонизирани лъчения в честотен диапазон 50 MHz до 3500 MHz. За оценка на такива високочестотни електромагнитни полета, съгласно [1], се използва величината плътност на мощност на полето с дименсия W/m^2 . Според съществуващото законодателство в РБ пределно допустимото ниво на тази величина е $10 \mu W/cm^2$ [2]. В литературата и публичното пространство има много данни от измервания на плътност на мощност на електромагнитното поле на базови и приемо-предавателни станции за мобилна комуникация [2,3]. Трябва да се отбележи, че почти всички те са под пределно допустимите нива. Въпреки това този проблем продължава да бъде актуален, особено с навлизането на новата технология в мобилните мрежи 5G.

Целта на настоящата работа е да се изследва плътността на мощност на електромагнитно поле в честотен диапазон 50 MHz до 3500 MHz в гъстонаселен район и получените резултати да се сравнят с аналогични, измерени в по-ранен етап от време. На база на измерванията и сравнителния анализ, да се направят изводи за състоянието на електромагнитно замърсяване с нейонизирани лъчения у нас, съобразно нормите по национални и международни стандарти.

2. АПАРАТУРА И ПРОЦЕДУРА НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА.

За измерване на плътност на мощност на ЕМП в диапазона 50 MHz до 3500 MHz е използван широколентов уред за измерване на електромагнитни полета TM-195 на фирмата “Tenmars electronics”, показан на фиг.1. Притежаващ следните характеристики:

- работна честотна лента от 50 MHz до 3500 MHz;
- измерител на електромагнитни/радио честоти – триосов;
- брой измервания: 1.5 пъти на секунда;
- индикация на средна и пикова стойност на плътността на мощност на ЕМП;
- показва моментната стойност с триканална обработка на цифрови резултати;
- показва средната стойност на определен времеви интервал.



Фиг.1. Широколентов уред за измерване на електромагнитни полета TM-195

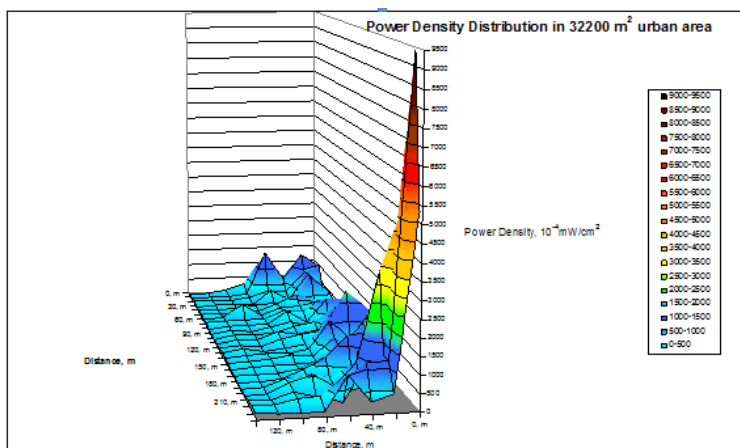
Измерванията са проведени на площ от 33600 m², на територията на община Студентска, гр. София, в границите на парк „Студентски“. В посочената площ са избрани 192 точки за измерване на плътността на мощност на ЕМП. Във всяка точка са проведени четири измервания в посоките север, изток, юг и запад. В представените резултати е посочена максималната от четирите измерени стойности за всяка точка. Сканирането става с датчик за измерване в три канална честота (в трите посоки Z, X, Y, като в ръчен режим е избрана посока X и е измервана самостоятелно в четвъртата посока) целта е да се определи максималната стойност на плътността на мощност във всяка точка и посоката към източника на ЕМП. Измерванията във всяка точка са осъществени на височина 1,5m над земната повърхност. Времето на провеждане на изследването е в периода 11 - 13 юли 2020 г., в часови зони от 10:30 до 19:30 ч.

Аналогични измервания в приблизително същата територия и времеви период са направени и през 2008г. Справка от електронния регистър на източниците на електромагнитни полета показва, че броят на антените на базовите станции на тази територия от 2008г до 2020г. се е повишил от две на дванадесет, като минималното разстояние между тях е 150м.

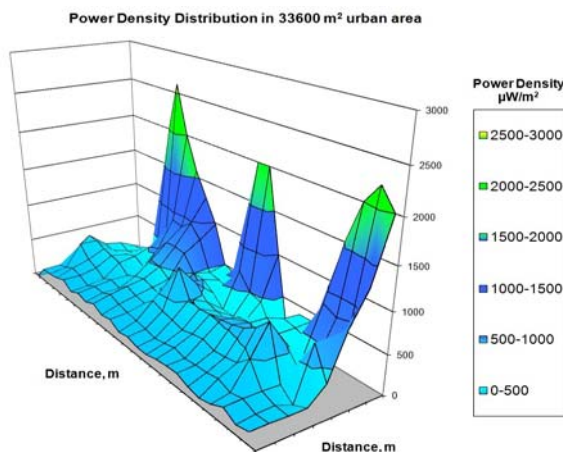
Получените данни от измерванията са обработени и представени чрез таблици и графики посредством Microsoft Office Excel 2007 и Adobe Photoshop.

3. РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗМЕРВАНИЯТА

Резултатите от измерване на плътността на мощност на ЕМП, обработени с Microsoft Office Excel, от 2008г. са представени на фиг.2, а от 2020г. на фиг.3.

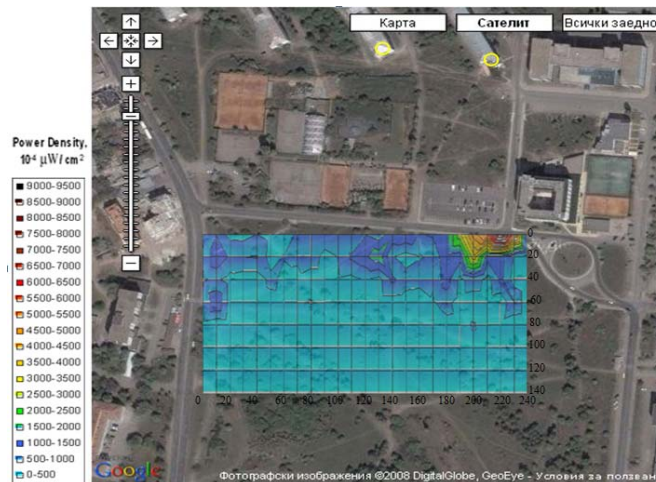


Фиг.2. Резултати от измерванията през 2008г., обработени с Microsoft Office Excel

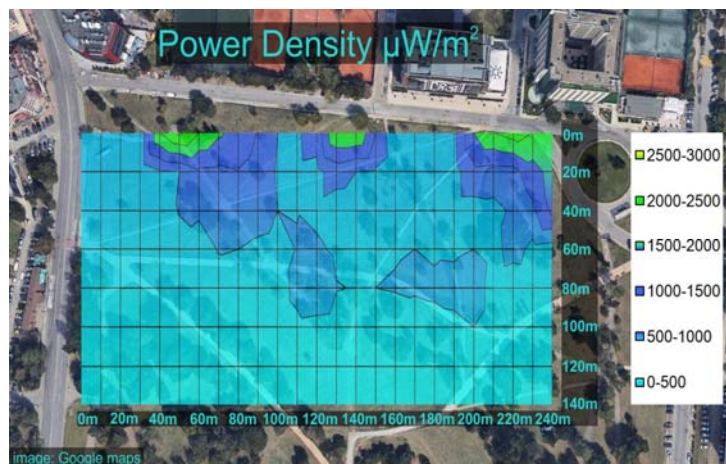


Фиг.3. Резултати от измерванията през 2020г., обработени с Microsoft Office Excel

Същите резултати, представени с цветен код върху географска спътникова картата на местността с помощта на Adobe Photoshop, са дадени на фиг.4 за 2008г и фиг. 5 за 2020г.



Фиг. 4. Представяне на резултатите от измерванията през 2008г. с цветен код върху географска спътникова картата на местността



Фиг. 5. Представяне на резултатите от измерванията за 2020г. с цветен код върху географска спътникова картата на местността

4. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ И ИЗВОДИ

От представените на фиг. 2 резултати от измерванията през 2008г. се вижда, че в повече от 90 % от територията на изследваната област, нивата на плътността на мощност на ЕМП са под $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, или над 100 пъти под максимално допустимата стойност, определена в Наредба № 9/14.03.1991г. на МЗ и МОС (ДВ, бр. 35/03.05.1991 г., изменение и допълнение ДВ, бр. 8/2002 г.).

От показаните на фиг.5 резултати от измерванията през 2020г. се вижда, че стойности на плътността на мощност на ЕМП са се повишили спрямо тези от 2008 г., но остават значително по-ниски от максимално разрешените в Наредба № 9. Средната наблюдавана стойност е около $0,04 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, а в зоните с най-високо електромагнитно поле, (оцветени със светло зелен цвят), приблизително $0,3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Повишаването на стойностите на плътността на потока на мощност на ЕМП се свързва с увеличавения брой антени и базови станции, разширения честотен спектър на мобилните оператори и предоставяните услуги, както и масовото използване на мобилни електронни устройства.

Въпреки завишението на плътността а на мощност на ЕМП в честотен диапазон 50 MHz до 3500 MHz, измерените стойности са значително под нормативно определените, съгласно действащото законодателство в РБ.

ЛИТЕРАТУРА:

- 1] Международната комисия за защита от нейонизираща радиация (ICNIRP), <https://www.icnirp.org/en/home/home-read-more.html>
- [2] ITU, <https://crc.bg/bg/rubriki/206/itu>
- [3] HEALTH PHYS 118(5):562–579; 2020 , Международната комисия за защита от нейонизираща радиация (ICNIRP), <https://www.icnirp.org/en/rf-faq/index.html>
- [4] Добош Л., Духа Я., Мархевски С., Визер в., “ Мобилни радиомрежи”, София, “Джиев трейд” ООД, 2005г

ASSESSMENT OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD OF MOBILE COMMUNICATIONS CELLULAR NETWORKS

Petar Ivanov, Galina Cherneva

lz1pgi@gmail.com, galja_cherneva@abv.bg

**Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str.
THE REPUBLIC OF BULGARIA**

Key words: *Electromagnetic fields, mobile devices, electromagnetic pollution.*

Abstract: *Electromagnetic fields in the environment are constantly increasing as a result of increased use of various mobile devices, Wi-Fi routers, remote toys, etc. The expanding spectrum of personal, home, commercial and medical equipment significantly increases both the number of sources of electromagnetic fields and changes the levels and distribution of electromagnetic pollution.*

According to Recommendation 1999/519/EC Council Recommendation on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz), ICNIRP GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC, MAGNETIC AND ELECTROMAGNETIC FIELDS (UP TO 300 GHZ) eight electrical, magnetic, electromagnetic and dosimetric dimensions are defined, which they usually use when measuring and assessing the electromagnetic field. Among them is the magnitude of the power density of the field. It is suitable and used to assess high-frequency electromagnetic fields when the depth of penetration of the field into the body is low.

The proposed report measures the power density of the electromagnetic field in a frequency range corresponding to mobile networks and services. The survey was carried out over a period of three days, at different time intervals and in a densely populated area. The resulting measurement data is processed and presented in tabular and graphical form using Microsoft Office Excel 2007 and Adobe Photoshop. The results are analyzed according to the norms according to national and international standards.