

ГІГІЄНА ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ

HYGIENE OF PHYSICAL FACTORS

<https://doi.org/10.32402/hygiene2022.72.084>

УДК 613.168:648.2:351.777.8

ГІГІЄНИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБСТАНОВКИ, ЩО СТВОРЮЄТЬСЯ АНТЕНАМИ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ В ЧЕРНІГІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ, ДО І ПІСЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ 4G

Галак С.С., Безверха А.П., Думанський В.Ю., Нікіміна Н.Г., Біткін С.В., Зотов С.В.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», Київ, Україна
вул. Гетьмана Павла Полуботка (Попудренка), 50, Київ, 02094, Україна
e-mail: ssgalak@gmail.com

Галак С.С. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9502-7198>

Безверха А.П. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5362-2899>

Думанський В.Ю. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2704-1649>

Нікіміна Н.Г. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6807-938X>

Біткін С.В. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0287-6199>

Зотов С.В. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6392-2238>

Дана робота є частиною наших досліджень з вивчення розподілу електромагнітного випромінювання від базових станцій мобільного зв'язку в населених пунктах.

Метою роботи було вивчити та проаналізувати електромагнітну ситуацію до та після впровадження технології четвертого покоління 4G на базових станціях мобільного зв'язку на території Чернігівської області.

Матеріали та методи. Було проаналізовано максимальні та середні рівні електромагнітного випромінювання базових станцій мобільного зв'язку, розташованих у Чернігівській області, як у містах, так і в сільській місцевості. Для статистичного аналізу та розрахунків було використано програмне забезпечення STATISTICA 10.

Результати. Встановлено, що після впровадження технології 4G на базових станціях мобільного зв'язку в Чернігівській області, медіана максимальних рівнів ЕМВ збільшилась на 151,9% (зокрема, на території міст на 93,0%), а середніх – на 127,0% (зокрема, на території міст на 58,5%). Жодних випадків перевищень гранично допустимих рівнів ЕМВ як до, так і після модернізації базових станцій, виявлено не було.

Також було встановлено, що після модернізації базових станцій максимальні і середні рівні ЕМВ у 21,9% випадків перевищували гранично допустимий рівень, що діяв до 2017 року – 2,5 мкВт/см².

Висновки. Встановлено, що після впровадження на базових станціях мобільного зв'язку технології четвертого покоління 4G, рівні електромагнітного випромінювання в Чернігівській області значно зросли. Доведено відсутність передумов для підвищення гранично допустимого рівня до 100 мкВт/см² при впровадженні технології 4G на мобільних базових станціях.

Ключові слова. Електромагнітне випромінювання, базові станції мобільного зв'язку, 4G.

HYGIENIC CHARACTERISTIC OF THE ELECTROMAGNETIC SITUATION CREATED BY ANTENNAS OF MOBILE BASE STATIONS IN CHERNIHIV REGION BEFORE AND AFTER THE INTRODUCTION OF 4G TECHNOLOGY

S.S. Halak, A.P. Bezverkha, V.Yu. Dumansky, N.G. Nikitina, S.V. Bitkin, S.V. Zotov

State Institution «O.M. Marzheiev Institute for Public Health of the NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

50 Hetman Pavlo Polubotok (Popudrenko) street, Kyiv, 02094, Ukraine

This work is part of our researches to study the distribution of electromagnetic radiation from mobile base stations in populated areas.

The aim of this work was to study and analyze the electromagnetic situation before and after the introduction of fourth generation 4G technology at mobile base stations.

Materials and methods. We analyzed the maximum and average levels of electromagnetic radiation from mobile base stations located in Chernihiv region. The electromagnetic situation was studied both in urban areas and in rural areas. STATISTICA 10 was used for statistical analysis and calculations.

Results. It was established that after the implementation of 4G technology at mobile base stations in the territory of Chernihiv region, the median of the maximum levels of electromagnetic radiation increased by 151.9% (in particular, in urban areas by 93.0%), and the median of average levels - by 127.0% (in particular, in urban areas by 58.5%).

There were no cases of exceeding the maximum permissible levels of EMF both before and after the modernization of the base stations.

It was established that after the modernization of the base stations, the maximum and average levels of EMF in 21.9% of cases exceeded the "old" maximum permissible level - $2.5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Conclusions. It was found that after the introduction of the fourth generation 4G technology at the mobile base stations, the levels of electromagnetic radiation in Chernihiv region increased significantly. It has been proven that there are no prerequisites for increasing the maximum permissible level to $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ when implementing 4G technology at mobile base stations.

Keywords. Radiofrequency radiation, mobile base stations, 4G.

Електромагнітне випромінювання, що створюється обладнанням мобільного зв'язку, в тому числі і стандарту 4G, є небезпечним фактором. Дослідження на тваринах показало, що ЕМВ впливає на біохімічні, цитологічні, фізіологічні, ембріологічні показники організму, а також може призводити до появи злоякісних пухлин [6-8].

Також є дослідження, що показали можливі несприятливі наслідки (вдома, порушення сну, головний біль, запаморочення, серцево-судинні симптоми, депресія та труднощі з концентрацією уваги та пам'яттю) від впливу електромагнітного випромінювання на здоров'я населення, що проживає поблизу базових станцій мобільного зв'язку [4,5]. У дослідженні [9] виявлено збільшення захворюваності на рак серед населення, що проживає поблизу базових станцій мобільного зв'язку, а також встановлено кореляцію між рівнем смертності від раку та потужністю базових станцій мобільного зв'язку.

В Україні на базових станціях мобільного зв'язку йде активне впровадження технології 4G [10], а також планується впровадження технології мобільного зв'язку 5G. Тому нами були заплановані та проведені дослідження рівнів електромагнітного випромінювання (ЕМВ) від антен базових станцій мобільного зв'язку, до і після впровадження технології 4G.

Метою даної роботи було дослідження та аналіз електромагнітної обстановки, що створюється електромагнітним випромінюванням антен базових станцій мобільного зв'язку в Чернігівській області, до і після впровадження технології 4G.

Матеріали та методи досліджень. У цьому дослідженні нами було проаналізовано результати розрахунків розподілу електромагнітного випромінювання від антен базових станцій мобільного зв'язку, які розміщені на території Чернігівської області, до (2016-2017 роки) та після (2019-2020 роки) впровадження технології 4G.

Результати розрахунків бралися з розділу «Оцінка впливу на навколишнє середовище» проєктів на будівництво та/або модернізацію базових станцій мобільного зв'язку.

Розрахунки розподілу електромагнітного випромінювання проводилися згідно вимог «Державних санітарних норм і правил захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» (Наказ МОЗ України від 1 серпня 1996 року №239) [2] за методикою, затвердженою МОЗ України [3].

Нами було проаналізовано 64 проєкти на будівництво та модернізацію 32 базових станцій мобільного зв'язку, які розміщені на території Чернігівської області, як в містах так і в сільській місцевості. Розглядалися ті самі базові станції до і після модернізації.

Аналізувалися результати розрахунків рівнів ЕМВ від базових станцій як на території міст (21 базова станція), так і в сільській місцевості (11 базових станцій). Селища міського типу ми розглядали як сільську місцевість.

Досліджувалися наступні показники (до і після модернізації): максимальний рівень ЕМВ на висоті 2 м від поверхні землі; середній рівень ЕМВ (середнє значення максимальних рівнів ЕМВ в напрямках максимального випромінювання панельних антен базових станцій) на висоті 2 м від поверхні землі.

При аналізі даних були використані наступні статистичні методи: знаходження середнього; знаходження медіани; критерій Колмогорова-Смирнова; критерій Шапіро-Віллка; Т-критерій Вілкоксона [1].

При статистичному аналізі було встановлено відсутність нормального розподілу даних, тому подальший аналіз результатів та висновки робилися на основі Т-критерію Вілкоксона та медіани рівнів ЕМВ.

Для статистичного аналізу та розрахунків використовували STATISTICA 10 (ліцензійний №STA999K347156-W).

Результати та їх обговорення. Результати дослідження базувалися на аналізі проєктів на будівництво та/або модернізацію 32 базових станцій мобільного зв'язку до і після впровадження на них технології 4G. Узагальнені результати цього аналізу показано в табл. 1-3.

Таблиця 1. Результати розподілу рівнів ЕМВ від базових станцій мобільного зв'язку, що розміщені в Чернігівській області (32 базові станції).

Показник	Mean	Median	Min	Max
Максимальний рівень до модернізації	0,7994	0,6209	0,0316	1,8693
Максимальний рівень після модернізації	2,0309	1,5640	0,0650	8,5590
Середній рівень до модернізації	0,6706	0,5100	0,0282	1,8620
Середній рівень після модернізації	1,4359	1,1575	0,0650	6,2380

Примітки:

Mean – середнє значення рівнів ЕМВ, мкВт/см²;

Median – медіана рівнів ЕМВ, мкВт/см²;

Min – мінімальне значення рівнів ЕМВ, мкВт/см²;

Max – максимальне значення рівнів ЕМВ, мкВт/см².

Таблиця 2. Результати розподілу рівнів ЕМВ від базових станцій мобільного зв'язку, що розміщені на території міст Чернігівської області (21 базова станція).

Показник	Mean	Median	Min	Max
Максимальний рівень до модернізації	1,0657	1,0275	0,1470	1,8693
Максимальний рівень після модернізації	2,4506	1,9830	0,5810	8,2790
Середній рівень до модернізації	0,8819	0,8972	0,1080	1,8620
Середній рівень після модернізації	1,7052	1,4224	0,3340	3,4712

Примітки:

Mean – середнє значення рівнів ЕМВ, мкВт/см²;

Median – медіана рівнів ЕМВ, мкВт/см²;

Min – мінімальне значення рівнів ЕМВ, мкВт/см²;

Max – максимальне значення рівнів ЕМВ, мкВт/см².

Таблиця 3. Результати розподілу рівнів ЕМВ від базових станцій мобільного зв'язку, що розміщені в сільській місцевості Чернігівської області (11 базових станцій).

Показник	Mean	Median	Min	Max
Максимальний рівень до модернізації	0,2911	0,3300	0,0316	0,5143
Максимальний рівень після модернізації	1,2297	0,5270	0,0650	8,5590
Середній рівень до модернізації	0,2671	0,2948	0,0282	0,5109
Середній рівень після модернізації	0,9218	0,4613	0,0650	6,2380

Примітки:

Mean – середнє значення рівнів ЕМВ, мкВт/см²;

Median – медіана рівнів ЕМВ, мкВт/см²;

Min – мінімальне значення рівнів ЕМВ, мкВт/см²;

Max – максимальне значення рівнів ЕМВ, мкВт/см².

Статистичний аналіз результатів показав достовірне збільшення медіани як максимальних, так і середніх рівнів ЕМВ від базових станцій мобільного зв'язку в Чернігівській області після їх модернізації.

Було виявлено достовірні зміни (збільшення медіани) максимальних і середніх рівнів ЕМВ від базових станцій в міській місцевості Чернігівській області. В сільській місцевості достовірних змін рівнів ЕМВ до і після модернізації виявлено не було.

Після впровадження на базових станціях мобільного зв'язку в Чернігівській області технології 4G, медіана максимальних рівнів ЕМВ збільшились на 151,9% (зокрема, на території міст на 93,0%), а середніх – на 127,0% (зокрема, на території міст на 58,5%).

Проаналізувавши вищенаведені результати, було встановлено, що зростання рівнів ЕМВ навколо базових станцій мобільного зв'язку, відбувається здебільшого на території міст. На нашу думку, цей факт пов'язаний з технічними особливостями розташування базових станцій в умовах житлової забудови, зокрема, щільністю їх встановлення.

Слід зауважити, що на території України за час проведення нашого дослідження гранично допустимий рівень (ГДР) електромагнітного випромінювання від базових станцій мобільного зв'язку змінювався і становив:

– до 16 травня 2017 року – 2,5 мкВт/см² (Наказ Міністерства охорони здоров'я №239 від 01.08.1996. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 29 серпня 1996 р. за №488/1513);

– з 16 травня 2017 року до 8 січня 2021 року – 10 мкВт/см² (Наказ Міністерства охорони здоров'я №266 від 13.03.2017. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 16 травня 2017 р. за №625/30493);

– з 8 січня 2021 року – 100 мкВт/см² (Наказ Міністерства охорони здоров'я №2760 від 30.11.2020. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 08 січня 2021 р. за №26/35648).

Як видно з результатів дослідження нами не було виявлено жодного випадку перевищення гранично допустимого рівня, який до модернізації (2016-2017 роки) становив 2,5 мкВт/см², а після модернізації (2017-2021 роки) – 10 мкВт/см². Але після модернізації базових станцій максимальні і середні рівні ЕМВ у 21,9% випадків (7 з 32) перевищували «старий» гранично допустимий рівень – 2,5 мкВт/см².

Було виявлено, що медіанне значення максимальних рівнів ЕМВ до модернізації становили 0,6209 мкВт/см² (24,84% від ГДР – 2,5 мкВт/см²), а після модернізації – 1,5640 мкВт/см² (15,64% від ГДР – 10 мкВт/см²).

Ці результати показують, що не існує жодних передумов в технічному сенсі для збільшення гранично допустимого рівня до 100 мкВт/см² при впровадженні на базових станціях мобільного зв'язку технології 4G.

Висновки

1. Встановлено, що після впровадження на базових станціях мобільного зв'язку на території Чернігівської області технології 4G, медіана максимальних рівнів ЕМВ збільшилась на 151,9% (зокрема, на території міст на 93,0%), а середніх – на 127,0% (зокрема, на території міст на 58,5%).

2. Показано, що збільшення рівнів ЕМВ відбувається в основному на території міст Чернігівської області. Жодних достовірних змін рівнів ЕМВ до і після модернізації базових станцій мобільного зв'язку в сільській місцевості не виявлено.

3. Не виявлено жодних випадків перевищень гранично допустимих рівнів ЕМВ як до, так і після модернізації базових станцій.

4. Встановлено, що після модернізації базових станцій максимальні і середні рівні ЕМВ у 21,9% випадків перевищували «старий» гранично допустимий рівень – 2,5 мкВт/см².

5. Доведено, що не існує передумов для збільшення гранично допустимого рівня до 100 мкВт/см² при впровадженні на базових станціях мобільного зв'язку технології 4G.

Внески авторів:

Галак С.С. – концептуалізація, методологія, адміністрування проєкту, дослідження, формальний аналіз, написання – рецензування та редагування;

Безверха А.П. – дослідження, формальний аналіз, написання – рецензування та редагування;

Думанський В.Ю. – дослідження, формальний аналіз;

Нікітіна Н.Г. – дослідження, формальний аналіз;

Біткін С.В. – дослідження, формальний аналіз.

Фінансування. Дослідження не має зовнішніх джерел фінансування.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES

1. Moskalenko VF, Gulchiy OP, Colubchikov MV. [Biostatistics]. Kyiv: Knigaplus; 2009. 184 p. Ukrainian.
2. [Order of MH Ukraine from 01.08.1996 N 239. State sanitary norms and rules of protection of the population from influence of electromagnetic radiation]. Kyiv; 1996. Ukrainian. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96#Text>

3. [Order of MH Ukraine from 29.11.2013 N 1040. Method of calculating the distribution of electromagnetic field levels]. Kyiv; 2013. Ukrainian. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2130-13#Text>
4. Singh K, Nagaraj A, Yousuf A, Ganta S, Pareek S, Vishnani P. Effect of electromagnetic radiations from mobile phone base stations on general health and salivary function. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2016;6:54-9.
doi: <https://doi.org/10.4103/2231-0762.175413>
5. Bogers R, van Gils A, Clahsen S, Vercrujisse W, van Kamp I, Baliatsas C, et al. Individual variation in temporal relationships between exposure to radiofrequency electromagnetic fields and non-specific physical symptoms: A new approach in studying 'electrosensitivity'. *Environment International.* 2018;121:297-307.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.064>
6. Falcioni L, Bua L, Tibaldi E, Lauriola M, De Angelis L, Gnudi F, Mandrioli D, Manservigi M, Manservigi F, Manzoli I, et al. Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. *Environ Res.* 2018;165:496-503.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.037>
7. National Toxicology Program: NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in Hsd: Sprague Dawley sd rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. NTP TR 595. 2018 March 26-28.
doi: <https://doi.org/10.22427/NTP-TR-595>
8. National Toxicology Program: NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. NTP TR 596. 2018 March 26-28.
doi: <https://doi.org/10.22427/NTP-TR-596>
9. Rodrigues NCP, Dode AC, de Noronha Andrade MK, O'Dwyer G, Monteiro DLM, Reis INC, et al. The Effect of Continuous Low-Intensity Exposure to Electromagnetic Fields from Radio Base Stations to Cancer Mortality in Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [Internet]. MDPI AG; 2021 Jan 29;18(3):1229.
doi: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18031229>
10. Halak S, Dumansky V, Nikitina N, Bitkin S, Bezverkha A. [Hygienic characteristic of the electromagnetic situation created by the electromagnetic radiation of the antennas of mobile base stations in Cherkasy region before and after the introduction of 4G technology]. *Med. perspekt.* [Internet]. 2021 Dec 20 [cited 2022 Aug 17];26(4):161-5. Ukrainian. Available from: <http://journals.uran.ua/index.php/2307-0404/article/view/248215>
doi: <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2021.4.248215>

Надійшла до редакції / Received: 24.07.2022