

ELECTROMAGNETIC FIELDS AS AN ECO-HYGIENIC PROBLEM OF OUR TIME

Dumanskyi V.Yu., Koziarin I.P., Ivakhno O.P.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПОЛЯ ЯК ЕКОГІГІЄНІЧНА ПРОБЛЕМА СУЧАСНОСТІ

У

процесі еволюції людина постійно перебуває під дією як природного електромагнітного випромінювання Землі, так і електромагнітних полів (ЕМП) антропогенного походження, які значно перевищують рівні природного.

Нині ЕМП виробничого і навколишнього середовища набули тотального характеру, і цілком позбутися їхнього впливу на організм людей неможливо, тому електромагнітні забруднення довкілля увійшли до переліку пріоритетних екологічних проблем [7]. Життя сучасної людини неможливо уявити без використання різних електроприладів і побутової радіотехніки (телевізорів, комп'ютерів, електропечей, радіотелефонів, електричних і електронних виробів медичного та побутового призначення), які є джерелами електромагнітного випромінювання (ЕМВ) техногенного походження, що призвело до значного збільшення його

впливу на населення.

ЕМП – це особлива форма матерії, за допомогою якої здійснюється взаємодія між електрично зарядженими частинками, що переміщуються у просторі у вигляді електромагнітних хвиль (ЕМХ) різної частоти, яка складається з електричного (Е) і магнітного (М) полів.

Залежно від відстані до джерела ЕМП розрізняють три зони: ближню (Е і М складові існують окремо), середню і дальню. В останній зоні ЕМП цілком сформовані, що необхідно враховувати під час проведення відповідних замірів [8].

Спектр ЕМВ дуже широкий: від інфразвукового з частотою до 3 Гц і довжиною хвилі понад 10^8 м до іонізуючого (рентгенівське, γ -випромінювання) з частотою понад $3 \cdot 10^{18}$ Гц і довжиною хвилі менше 10^{-9} м (табл. 1).

Біологічна дія ЕМП на організм людини дуже складна і остаточно не з'ясована,

¹ДУМАНСЬКИЙ В.Ю.,
²КОЗЯРІН І.П.,
²ІВАХНО О.П.

¹ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ, Україна

²Національний університет охорони здоров'я України ім. П.Л. Шупика, м. Київ, Україна

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПОЛЯ ЯК ЕКОГІГІЄНІЧНА ПРОБЛЕМА СУЧАСНОСТІ

¹Думанський В.Ю., ²Козярін І.П.,
²Івахно О.П.

¹ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ, Україна

²Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика, м. Київ, Україна

Мета роботи: еколого-гігієнічна оцінка електромагнітних полів як фактора навколишнього середовища у сучасних умовах. Матеріали та методи. На основі аналізу наукової літератури окреслено коло питань про значення електромагнітних полів різних частот та інтенсивностей у життєдіяльності людини.

Результати та їх обговорення. Зважаючи на подальший розвиток народного господарства країни, однією з актуальних проблем залишається безпека та захист населення

від впливу електромагнітних полів у промисловості та побуті, враховуючи, що їхня біологічна дія на організм людини є дуже складною та до кінця не дослідженою. Особливої уваги у цьому плані потребують питання використання ручних телефонів та комп'ютерів, з якими постійно працюють люди різного віку, статі та фізіологічного стану організму. Тому існуючі заходи захисту від негативного впливу ЕМП потребують подальшого удосконалення та доопрацювання.

Висновки. Захист населення від несприятливого впливу електромагнітного випромінювання різних частот та інтенсивностей залишається й надалі актуальною екогігієнічною проблемою людства, у вирішенні якої повинні брати участь медпрацівники, інженери, біологи, екологи та інші фахівці.

Ключові слова: електромагнітне поле, біологічна дія, здоров'я населення, заходи профілактики.

© Думанський В.Ю., Козярін І.П., Івахно О.П. СТАТТЯ, 2021.

*ELECTROMAGNETIC FIELDS
AS AN ECO-HYGIENIC PROBLEM
OF OUR TIME*

¹*Dumanskyi V. Yu.*, ²*Koziarin I. P.*,
²*Ivakhno O. P.*

¹*SI «O.M. Marzиеv Institute for Public Health,
NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine*

²*P.L. Shupyk National Medical Academy
for Postgraduate Education, Kyiv, Ukraine*

Objective: We performed the eco-hygienic assessment of electromagnetic fields as an environmental factor under modern conditions.

Materials and methods: We determined a range of issues on the significance of electromagnetic fields of various frequencies and intensities in human vital activity on the basis of the analysis of scientific literature.

Results and discussion: Taking into account the further development of the national economy of the country, safety and protection of the population from the effects of electromagnetic

fields both in industry and everyday life remain one of the urgent problems, taking into consideration that their biological effect on the human organism is very complex and has not been completely studied. In this regard, special attention should be paid to the use of hand-held telephones and computers which are used by the people of different age, gender and physiological state of the organism. Therefore, the existing protection measures against the negative effect of EMF require further improvement and refinement.

Conclusions: Protection of the population from the adverse effects of electromagnetic radiation of various frequencies and intensities has been and remains an urgent eco-hygienic problem of mankind, and medical workers, engineers, biologists, ecologists and other specialists should participate in its solution.

Keywords: **electromagnetic field, biological effect, health of the population, preventive measures.**

особливо це стосується малоінтенсивних випромінювань тривалого впливу. Встановлено, що ЕМВ чинять на біологічні об'єкти радіохвильову і теплову дію, яка пов'язана з перетворенням у біосередовищі електромагнітної енергії на кінетичну з поглинанням її молекулами тканин та їх нагріванням.

Загалом дія ЕМП, особливо значних інтенсивностей, супроводжується вираженими змінами у функціонуванні організму людини. Передусім вони стосуються діяльності центральної нервової системи (ЦНС), серцево-судинної (ССС), ендокринної (ЕС) і обмінних процесів. В основі вказаних змін лежать складні механізми взаємодії антропогенних, природних ЕМП і біополя людини [1, 2, 9].

Експериментальні дослідження на лабораторних тваринах засвідчили, що дія ЕМП залежить від його напруженості, експозиції та частоти коливання хвиль. Так, ЕМХ високих і надвисоких частот викликають більш виражений біоефект, ніж низькі. Доведено, що ЕМХ міліметрового діапазону майже цілком поглинаються шкірою, сантиметрові та дециметрові проникають значно глибше і можуть впливати безпосе-

редньо на структури тканин організму, особливо мозку [2, 3, 6].

Численні наукові дослідження за ритмами різних систем організму людини виявили тісний зв'язок з космогеофізичними чинниками. Встановлено, що зміни основних елементів крові, енергетичних обмінних процесів, показників імунітету, стану ЦНС, ССС, ЕС статистично значимо пов'язані з сонячними та космічними впливами, геомагнітним полем та іоносферними процесами. Доведено, що магнітна складова ЕМП має також значний вплив на вказані біоефекти, оскільки МП може вільно проникати у живі тканини [1, 3, 9].

Суттєвим джерелом магнітних полів (МП) є міський

електротранспорт (трамваї, тролейбуси, метрополітен), високовольтні повітряні лінії електропередачі (ЛЕП) та електропідстанції. Згідно з сучасними уявленнями біологічна дія МП промислової частоти (50 Гц) пов'язана з індукуванням у тілі людини вихрових токів, і чим більша напруга (індукція МП), тим значнішою є його біологічна ефективність [5, 8].

Експериментальні дослідження на щурах, які протягом 3-х місяців щодня зазнавали впливу ЕМП частотою 50 Гц з густиною магнітного потоку 90 мкТл, показали, що за 1 місяць у тварин виявлено зменшення числа лімфоцитів та відносної й абсолютної кількості Т-лімфоцитів, а за 3 місяці експерименту до вказаних змін приєдналися ще й

Таблиця 1

**Характеристика основних діапазонів
радіовипромінювання**

Діапазон частот, Гц	Діапазон хвиль, м
Високі (ВЧ) $3 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^5$ $3 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^6$ $3 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^7$	Довгі (ДХ) – $10^4 - 10^3$ Середні (СХ) – $10^3 - 10^2$ Короткі (КХ) – $10^2 - 10^1$
Ультрависокі (УВЧ) $3 \cdot 10^7 - 3 \cdot 10^8$	Ультракорткі (УКХ) – $10^1 - 1,0$ (метрові)
Надвисокі (НВЧ) $3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^9$ $3 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{10}$ $3 \cdot 10^{10} - 3 \cdot 10^{11}$	Мікрохвилі Дециметрові – $1 - 10^{-1}$ Сантиметрові – $10^{-1} - 10^{-2}$ Міліметрові – $10^{-2} - 10^{-3}$

зниження вмісту В-клітин, збільшення числа нейтрофільних гранулоцитів та підвищення їхньої функціональної активності і розвиток аутосенсibiliзації, який підтверджує судження, що ЕМП може виступати алергеном або пусковим чинником, викликаючи тяжкі реакції в алергіків під час контакту з магнітним полем [3]. Основні джерела МП частотою 50 Гц у закритих приміщеннях наведено у таблиці 2.

ЕМП, які створюють технічні засоби, умовно можна поділити на три групи: постійні магнітні і електричні поля та перемінні магнітні, електричні

й електромагнітні поля.

Небезпеку для людей, особливо для працівників целюлозно-паперової промисловості, прядильно-ткацького та меблевого виробництва, виготовлення полімерних матеріалів, експлуатації ЕОМ, енергетичних установок для електротехнологічних процесів (електрогазоочистка, електростатична сепарація руд, нанесення лакофарбних матеріалів тощо) становить постійне електричне (електростатичне) поле (ЕСП). Воно виникає також під час експлуатації різних побутових електроприладів (електробритв, фенів, міксе-

рів, електроплит тощо). ЕСП створює також наелектризований синтетичний одяг, взуття, меблі, килимові покриття, різні сучасні будівельні матеріали, іграшки тощо. Заряди статичної електрики виникають і під час подрібнення, деформації речовин, переміщення тіл сипких матеріалів тощо [6].

ЕСП характеризують напруженість (Е) і потенціал його окремих точок. Напруженість ЕСП виражається у вольтах на метр (В/м) і не залежить від властивостей середовища, в якому існує поле. Біологічний вплив ЕСП на організм залежить від тривалості його дії, форм струмопровідних частин обладнання, розміщення робочих місць відносно джерел випромінювання, кліматичних умов та інших чинників. ЕСП впливає на ЦНС, ССС та обмінні процеси [2, 9].

Гранично допустимий рівень (ГДР) напруженості ЕСП на робочих місцях тривалістю дії до 1 години не повинен перевищувати 60 кВ/м, а при 20 кВ/м час перебування у полі не регламентується. Засоби захисту застосовуються тоді, коли фактичний рівень напруженості на робочих місцях перевищує 60 кВ/м. Передбачається зменшення генерації електричних зарядів, використання ПАР, іонізація повітря, екранування робочих місць, використання засобів індивідуального захисту (антистатичні халати, заземлювальні браслети для захисту рук, антистатичне взуття тощо).

Значний вклад в електромагнітну обстановку населених місць вносять повітряні лінії електропередач (ЛЕП) та кабельні лінії (КЛ), які за потужністю поділяються на декілька класів (10, 35, 110, 330, 500, 750, 1150 кВ) і є потужними джерелами ЕМВ промислової частоти (50 Гц) [9].

Доцільно зазначити, що інтенсивність ЕП і МП на селітебних територіях поблизу ЛЕП залежить від таких чинників, як напруга на ВЛ, висота підвісу провідів, відстань від лінії до житлових приміщень, рельєф місцево-

Таблиця 2
Джерела МП частотою 50 Гц у приміщеннях різного призначення

Групи приміщень	Основні джерела МП
Приміщення інформаційно-обчислювальних систем	Електрооснащення, стійки електроживлення, розподільчі установки, кабельні колектори
Технологічні приміщення	Стійки електроживлення, комутаційне оснащення, кабельні колектори
Приміщення технічних систем	Електричні машини, трансформатори, шинопроводи, розподільчі установки, кабельні колектори

Таблиця 3

Гігієнічні норми перебування людей у зоні ЕМП ЛЕП різної напруги

Напруженість ЕП, кВ/м	Час перебування протягом доби, хв.
До 5	Без обмежень
5-10	До 180
10-15	До 90
15-20	До 10
20-25	До 5

Таблиця 4

Охоронні та санітарно-захисні зони повітряних ліній електропередач

Тип лінії	Напруга, кВ	Охоронна зона, м	Санітарно-захисна зона, м
Повітряні ЛЕП	До 20 включно	10	-
	35	15	-
	110	20	-
	150	25	-
	220	25	-
	330	30	20
	500	30	30
750	40	40	
Кабельна ЛЕП у ґрунті	До 220 включно	1	-
Кабельна ЛЕП у воді	До 220 включно	100	-
Трансформаторна підстанція, розподільчий пункт, пристрій	До 220 включно	3 (від огорожі)	-
Трансформаторна підстанція	330 та вище	3 (від огорожі)	За результатами замірів

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ КАК ЭКОГИГИЕНИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОСТИ

¹Думанский В.Ю., ²Козярин И.П.,
²Ивахно А.П.

¹ГУ «Институт общественного здоровья
им. А.Н. Марзеева НАМН Украины»,
г. Киев, Украина

²Национальная медицинская академия
последипломного образования
им. П.Л. Шупика, г. Киев, Украина

Цель работы: эколого-гигиеническая оценка электромагнитных полей как фактора окружающей среды в современных условиях.

Материалы и методы. На основе анализа научной литературы определен круг вопросов о значении электромагнитных полей различных частот и интенсивностей в жизнедеятельности человека.

Результаты и их обсуждение. В связи с дальнейшим развитием народного хозяйства страны одной из актуальных проблем остается безопасность и защита населения от воздействия электромагнитных полей в

промышленности и быту, учитывая, что биологическое действие их на организм человека очень сложное и окончательно не изучено. Особого внимания в этом плане заслуживают вопросы использования ручных телефонов и компьютеров, с которыми постоянно работают люди разного возраста, пола и физиологического состояния организма. Поэтому существующие меры защиты от отрицательного действия ЭМП нуждаются в дальнейшем усовершенствовании и доработке.

Выводы. Защита населения от неблагоприятного действия электромагнитного излучения различных частот и интенсивностей была и остается актуальной экологической проблемой человечества, в решении которой должны участвовать медработники, инженеры, биологи, экологи и другие специалисты.

Ключевые слова: электромагнитное поле, биологическое действие, здоровье населения, меры профилактики.

сті тощо. Згідно з існуючими нормативними документами ГДР ЕП промислової частоти (50 Гц), які створюють ЛЕП, у житлових приміщеннях мають бути не більше 0,5 кВ/м, на території зони житлової забудови – 1 кВ/м, поза зоною житлової забудови, а також на території городів і садів – 5 кВ/м, на ділянках перетину повітряних ЛЕП з автошляхами 1-4 категорій – 10 кВ/м, у незаселеній місцевості – 15 кВ/м, у важкодоступній місцевості – 20 кВ/м [1, 13]. Дані щодо часу перебування людей у зоні дії ЕМП з частотою 50 Гц та розмірів санітарно-захисних зон поблизу повітряних ЛЕП різного типу і напруги наведено у таблицях 3 і 4.

Сьогодні у народному господарстві характеризується широким використанням ЕМП НВЧ (радіолокація, радіоуправління, телебачення, телеметрія, електрозв'язок, фізіотерапія, охоронна сигналізація, нагрів промислових діелектриків тощо) [2, 4].

Особливої уваги у цьому плані заслуговує питання використання мобільних телефонів, оскільки випромінююча антена у них розташо-

вана у безпосередній близькості від голови користувача. Тому впливу модульованих ЕМП піддаються головний мозок, щитоподібна залоза, слуховий і зоровий аналізатори та руки. Оскільки радіотелефони працюють у діапазоні дециметрових хвиль, то це значно підсилює біологічний ефект дії чинника на організм [4]. Тому важливо формувати у населення розуміння необхідності мінімізації дії ЕМВ шляхом скорочення часу роботи з відповідними його джерелами.

Стрімкий розвиток сучасної науки і техніки зумовив впровадження у життя новітніх комп'ютерних технологій у сфері діяльності людини, використання яких набуло неконтрольованого характеру. ЕМВ, що створюється персональним комп'ютером (ПК), має складний спектр у діапазоні 0-1000 МГц. За результатами численних медико-біологічних та медико-клінічних досліджень встановлено, що тривале і безконтрольне користування ПК спроможне викликати хвороби ССС (60%), органів травлення (40%), у 10% реєструються захворювання

шкіри [10]. У дітей виявлено підвищення частоти захворювань нервової, кістково-м'язової систем, хвороб шкіри і підшкірної клітковини. Причому вікова різниця функціональних змін організму під час роботи з ПК має різноспрямований характер, що пояснюється вираженою лабільністю і недостатньою зрілістю організму дітей, особливо молодшого шкільного віку [10].

Враховуючи вищенаведене, доцільно зазначити, що існуючі заходи захисту людей від негативної дії ЕМП потребують подальшого удосконалення і доопрацювання. Це стосується організаційних (раціональне розміщення джерел ЕМВ, захист часом і відстанню, санітарно-просвітня робота серед населення тощо), інженерно-технічних (колективний, локальний і особистий захист) та лікувально-профілактичних заходів.

Отже, захист населення від негативної дії електромагнітного випромінювання різних частот та інтенсивностей був і залишається актуальною екогігієнічною проблемою людства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончарук Є.Г. Комунальна гігієна: підручник. К. : Здоров'я, 2003. С. 540-552.
 2. Григорьев Ю.Г. Электромагнитные поля и здоровье населения. *Гигиена и санитария*. 2003. № 3. С. 14-16.
 3. Думанський В.Ю., Григоренко Л.Є., Останіна Н.В. та ін. До питання про можливі механізми розвитку імунної відповіді організму на дію електромагнітних полів промислової частоти. *Фізичні фактори довкілля та їхній вплив на формування здоров'я населення України: матер. наук.-практ. конф.* К., 2020. С. 22-24.
 4. Дунаев В.Н. Вклад средств сотовой связи в формирование дозы электромагнитных излучений и риска популяционному здоровью. *Здоровье и окружающая среда*. М., 2006. С. 98-100.
 5. Захарченко М.П., Щербак Ю.А., Москаленко В.Ф. и др. Современные проблемы экогигиены (второе издание, дополненное и переработанное). К., 2008. С. 252-310.
 6. Костюк І.Ф., Капустник В.А. Професійні хвороби: Підручник. К. : Здоров'я, 2003. С. 343-353.
 7. Основи екології: Підручник / за ред. В.Г. Бардова. Вінниця, 2013. С. 167-174.
 8. Розов В.Ю., Пелевін Д.Є., Кундіус К.Д. Вплив на житлове середовище електромагнітного поля міських трансформаторних підстанцій. *Фізичні фактори довкілля та їхній вплив на формування здоров'я населення України: матер. наук.-практ. конф.* К., 2020. С. 24-26.
 9. Сердюк А.М., Думанський В.Д., Нікітіна Н.Г. та ін. Гігієнічні аспекти електромагнітної безпеки в Україні. *Фізичні фактори довкілля та їхній вплив на формування здоров'я населення України: матер. наук.-практ. конф.* К., 2020. С. 10-12.
 10. Чорна В.В. Гігієнічна оцінка умов формування комп'ютерної залежності у дітей шкільного віку, її діагностика та профілактика : автореф. дис. ... канд. мед. наук. К., 2011. 21 с.
- REFERENCES
1. Honcharuk Ye.H. Komunalna hihiiena: pidruchnyk [Communal Hygiene: Textbook]. Kyiv : Zdorovia; 2003 : 540-552 (in Ukrainian).
 2. Grigoryev Yu.G. Elektromagnitnyye polya i zdorovye naseleniya [Electromagnetic Fields and Health of the Population]. *Gigiena i sanitariia*. 2003 ; 3 : 14-16 (in Russian).
 3. Dumanskyi V.Yu., Hryhorenko L.Ye., Ostanina N.V. et al. Do pytan- nia pro mozhyvi mekhanizmy rozvytku imunnoi vidpovidi orh- anizmu na diiu elektromagnit- nykh poliv promyslovoi chasto- ty [On the Possible Mecha- nisms of the Development of the Immune Response of the Organism to the Exposure of Electromagnetic Fields of Industrial Frequency]. In : *Fizychni faktory dovkillia ta yikhnyi vplyv na formuvannia zdorovia naseleennia Ukrainy: mater. nauk.-prakt. konf. [Physical Factors of the Environment and their Influence on the Formation of the Health of the Population of Ukraine: Mater. Scientific and Practical Conf.]*. Kyiv; 2020 : 22-24 (in Ukrainian).
 4. Dunayev V.N. Vklad sredstv sotovoy svyazi v formirovaniye dozy elektro- magnitnykh izlucheniyy i riska populyatsionnomu zdorovyyu [The Contribution of Cellular Communication to the Formation of the Dose of Electromagnetic Radiation and the Risk to Population Health]. In : *Zdorovye i okruzhayushchaya sreda: mater. nauch. konf. [Health and Environment : Mater. Sci. Conf.]*. Moscow ; 2006 : 98-100 (in Russian).
 5. Zakharchenko M.P., Shcherbak Yu.A., Moska- lenko V.F. et al. Sovremennyye, problemy ekogigiyeny (vtoroye izdaniye. dopolnennoye i per- erabotannoye) [Modern Problems of Eco-Hygiene (Second Edition, Supplemented and Revised)]. Kiev ; 2008 : 252-310 (in Russian).
 6. Kostiuk I.F. and Kapustnyk V.A. Profesiini khvoroby: Pidruchnyk [Occupational Diseases: Textbook]. Kyiv : Zdorovia ; 2003 : 343-353 (in Ukrainian).
 7. Bardov V.H. (Ed.) Osnovy ekolohii: Pidruchnyk [Fundamentals of Ecology: Textbook]. Vinnytsia ; 2013 : 167-174 (in Ukrainian).
 8. Rozov V.Yu., Pieliev D.Ye. and Kundius K.D. Vplyv na zhytlove seredovyshche elek- tromagnitnoho polia miskykh transformatornykh pidstantsii [The Impact of the Electromagnetic Field of Urban Transformer Substations on the Living Environment]. In : *Fizychni faktory dovkillia ta yikh vplyv na formuvannia zdorovia naseleennia Ukrainy: mater. nauk.-prakt. konf. [Physical Factors of the Environment and their Influence on the Formation of the Health of the Population of Ukraine: Mater. Scientific and Practical Conf.]*. Kyiv; 2020 : 24-26 (in Ukrainian).
 9. Serdiuk A.M., Duman- skyi V.D., Nikitina N.H. et al. Hihiienichni aspekty elektrom- ahnitnoi bezpeky v Ukraini [Hygienic Aspects of Electromagnetic Safety in Ukraine]. In : *Fizychni faktory dovkillia ta yikh vplyv na formu- vannia zdorovia naseleennia Ukrainy: mater. nauk.-prakt. konf. [Physical Factors of the Environment and their Influence on the Formation of the Health of the Population of Ukraine: Mater. Scientific and Practical Conf.]*. Kyiv; 2020 : 10-12 (in Ukrainian).
 10. Chorna V.V. Hihiienichna otsinka umov formuvannia kompiuternoї zalezhnosti u ditei shkilnoho viku, yii diah- nostyka ta profilaktyka : avto- ref. dys. ... kand. med. nauk [Hygienic Assessment of the Conditions for the Formation of Computer Addiction in Schoolchildren, its Diagnosis and Prevention: Abs. Dis. Cand. Med. Sci.]. Kyiv ; 2011 : 21 p. (in Ukrainian).

Надійшло до редакції 03.03.2021