

УДК 57.043:613.648.2

І. К. ГАЛЕТИЧ, канд. фіз.-мат. наук, доц., **А. І. РЕШЕТЧЕНКО**,
В. Є. БЕКЕТОВ, канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002, Україна,
e-mail: igor.galetich@gmail.com, alena.reshetchenko@mail.ru

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА СТАН СЕЛЬБИЩНИХ ТЕРИТОРІЙ

Мета. Систематизація існуючих даних про розповсюдження, негативні наслідки впливу електромагнітного забруднення на стан довкілля та людину. **Методи.** Теоретичний аналіз та синтез. **Результати.** Розглянуто теоретичні та методологічні положення досліджень впливу електромагнітних полів (ЕМП) у великих містах, на довкілля та здоров'я людини. Проведено аналіз впливу комплексного фізичного забруднення сельбищних територій, факторів і негативних наслідків впливу ЕМП на природні об'єкти і населення урбанізованих територій. **Висновки.** ЕМП викликають в живих організмах комплекс різноманітних ефектів, що залежать від інтенсивності та часу дії, тому важливим стає постійний контроль та регламентація рівнів такого забруднення довкілля.

Ключові слова: фізичне забруднення, вплив електромагнітних полів, довкілля, здоров'я людини

Galetych I. K., Reshetchenko A. I., Beketov V. E.

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

ANALYSIS OF ELECTROMAGNETIC FIELDS INFLUENCE ON THE RESIDENTIAL AREAS

Purpose. Ordering of existing data on the distribution, the negative effects of electromagnetic pollution on the environment and humans. **Methods.** Theoretical analysis and synthesis. **Results.** Paper deals with theoretical and methodological backgrounds for studying the environmental and health impacts of electromagnetic fields (EMF) generated by various sources. The effect of complex physical contamination of residential areas, factors and negative effects of EMFs impact on natural objects and people in urban areas have been analyzed. **Conclusion.** EMF cause in living organism's range of different effects, depending on the intensity and time of action, so important is the constant control and regulation of the levels of pollution.

Key words: physical contamination, the impact of electromagnetic fields, environment, health

Галетич І. К., Решетченко А. І., Бекетов В. Е.

Харківський національний університет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА СОСТОЯНИЕ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Цель. Систематизация существующих данных о распространении, негативные последствия воздействия электромагнитного загрязнения на состояние окружающей среды и человека. **Методы.** Теоретический анализ и синтез. **Результат.** Рассмотрены теоретические и методологические положения исследования влияния электромагнитных полей (ЭМП) в крупных городах, на окружающую среду и здоровье человека. Проведен анализ влияния комплексного физического загрязнения селитебных территорий, факторов и негативных последствий влияния ЭМП на природные объекты и население урбанизированных территорий. **Выводы.** ЭМП вызывают в живых организмах комплекс разнообразных эффектов, которые зависят от интенсивности и времени действия, поэтому важным становится вопрос постоянного контроля и регламентации уровней такого загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: физическое загрязнение, влияние электромагнитных полей, окружающая среда, здоровье человека

Вступ

Біоелектромагнетизм є відносно новою сферою науки, яка займається взаємодією електромагнітної енергії з біологічними системами. Тому, як правило, дослідження проводяться спільно вченими біо-

логічних/медичних і технічних/фізичних наук: досвід в обох областях є необхідним для успіху.

Можна стверджувати, що всі живі організми еволюціонували на гігантському магніті, що називають «Земля». Сила магнітного поля Землі становить близько 40

мкТл. Магнітне поле Землі є квазістатичним, змінюючись лише трохи з часом і залежно від місця розташування. Напруженість природних статичних електричних полів в умовах ясного неба близько 0,1 кВ/м на поверхні Землі, напруженість поля до 30 кВ/м досягається під хмарами, які продукують блискавки.

На додаток до цих природно існуючих електромагнітних полів, ми живемо в штучно створеному електромагнітному середовищі. Більшість комерційних електричних систем працюють при частоті 50 або 60 Гц. Електричні і електронні пристрої, що працюють на цій "промисловій частоті", наприклад, такі, як фени та холодильники, використовуються повсякденно. Крім того, істотна частина нашої повсякденної діяльності здійснюється поруч, а іноді й під високовольтними лініями електропередачі і розподільними лініями низької напруги.

Навіть незважаючи на те, що використання електрики почалося більше 100 років тому, ймовірність несприятливих для здоров'я наслідків впливу електричних і магнітних полів, що створюються різними типами електричного обладнання та споруд, до недавнього часу не враховувався. Такі впливи стали предметом досліджень лише починаючи приблизно з 1980-х років.

На низьких частотах електричні і магнітні компоненти поля є незалежними, тобто немає ніякого істинного електромагнітного поля, як це відбувається при багатобільш високих частотах. При високих частотах, електричні і магнітні поля пов'язані одне з одним, так що дійсно виникає електромагнітне поле. Проте, стало загальною практикою говорити про наднизькі частоти (ННЧ < 300 Гц) «електромагнітних полів». Ця фраза часто використовується без розбору для позначення або електричного або магнітного поля або, взагалі, електромагнітного поля.

У великих містах електромагнітний фон перевищує природний в десятки і сотні разів, а шумовий фон – на кілька порядків. Нас весь час оточують джерела фізичних забруднень - і вдома (електромережі, побутові прилади), і на вулиці (транспорт, базові

станції, радары, лінії електропередач, теле- і радіостанції), і на роботі (машини, механізми, верстати, комп'ютери та інші чинники).

На сьогодні в Україні відсутній механізм, що дозволяє здійснювати комплексне оцінювання електромагнітного забруднення територій та висвітлювати ці відомості з метою інформування суспільства про техногенно небезпечні зони. Зокрема, в умовах лавиноподібного й часто неконтрольованого нарощування випромінюючих технічних засобів, коли місто піддається інтенсивному впливу електромагнітних полів антропогенного походження, інформація про можливі джерела, масштаби та рівні електромагнітного забруднення впливає на прийняття відповідальних природоохоронних, фінансових, інвестиційних і комерційних рішень не тільки при проектуванні випромінюючих об'єктів телекомунікації та електропостачання, але й у практиці містобудування.

Необхідність вирішувати проблеми контролю фізичних забруднень, що мають надзвичайно складну просторово-часову структуру в міському середовищі, вимагає ефективних інструментів моніторингу, які на сьогоднішній день в Україні практично відсутні. Виходячи з досвіду країн ЄС, для успішної протидії фізичному забрудненню міст треба, по-перше, добре уявляти негативні наслідки його впливу, по-друге, постійно слідкувати за його розповсюдженням (динамікою) в міському середовищі і, по-третє, доводити до відома компетентних органів, громади важливість і необхідність заходів із підвищення екологічної безпеки.

Багатофакторне врахування електромагнітної ситуації, величезна кількість випромінювачів електромагнітного поля ставлять складне завдання щодо створення системи контролю електромагнітної ситуації на великих територіях.

Тому, метою цього огляду є висвітлення та систематизація існуючих даних про розповсюдження, негативні наслідки впливу електромагнітного забруднення на стан довкілля та людину. Такий огляд буде корисним для удосконалення системи контролю і моніторингу електромагнітної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки на сельбшних територіях.

Результати дослідження

Електромагнітні хвилі низької частоти називаються «електромагнітними полями», а дуже високої частоти – «електромагнітними випромінюваннями». Залежно від частоти і енергії електромагнітні хвилі можна розділити на «іонізуюче випромінювання» і «неіонізуюче випромінювання».

Іонізуюче випромінювання являє собою електромагнітні хвилі вкрай високої частоти (рентгенівські промені і гамма-промені), які мають енергію фотона, достатньою для того, щоб викликати іонізацію (створити атоми або частинки молекул з позитивним або негативним електричним зарядом) шляхом руйнування атомних зв'язків, які утримують разом молекули в клітинах.

Неіонізуюче випромінювання є загальним терміном, що відносять до тієї частини електромагнітного спектра, де енергія фотона занадто мала для розриву атомних зв'язків. До випромінювань такого роду відносяться ультрафіолетове випромінювання, видиме світло, інфрачервоне випромінювання, радіочастотні і надвисокочастотні поля, поля вкрай низької частоти, а також постійні електричні і магнітні поля.

Навіть високоінтенсивне неіонізуюче випромінювання не може викликати іонізацію в біологічній системі. У той же час воно може викликати інші біологічні ефекти, наприклад за рахунок нагрівання, зміни хімічних реакцій або індукування електричних струмів в тканинах і клітинах.

Дослідження про можливі побічні ефекти електромагнітних полів на біологічні системи виникли в основному з чотирьох різних «джерел». Одним з основних напрямків був інтерес до основної нейрофізіологічної функції: нервова система є по суті електричною системою. Цей напрямок почався з Гальвані і Вольта на початку 19-го століття, коли між ними мала місце суперечка щодо електричної стимуляції і стиснення жаб'ячої лапки. Другий напрямок почався в 1930-і роки серед вчених, зацікавлених у впливі мікрохвильового випромінювання на клітини рослин, клітин саркоми тварин та інших організмів. Третя область – це клініко-терапевтичне дослідження застосування електричних і магнітних полів в разі

переломів кісток: іноді переломи незагоюються належним чином, і застосування струмів або полів, як видається, сприяє загоєнню. Цей успіх привів до зацікавленості в інших терапевтичних застосуваннях. Четверте джерело було пов'язане із стурбованістю громадськості та наукового інтересу щодо можливих несприятливих наслідків для здоров'я. Цей напрямок був викликаний в основному постановою уряду Радянського Союзу щодо робочих-електриків в 1973 р. Через занепокоєння з приводу певних жорстких наслідків для здоров'я, стандарт професійної експозиції був встановлений на напруженості поля набагато нижчій, ніж та, що вважалася небезпечною в західних країнах. І суспільний, і науковий інтерес були посилені роботою Вертхаймера і Липера [1] в галузі епідеміології, які повідомили про можливий зв'язок між енергочастотними магнітними полями і дитячою лейкемією.

Хоча перші три напрямки досліджень і далі постійно розвивалися вченими і клініцистами в кожній області, четверта область досліджень розвивається найбільш енергійно протягом останніх трьох десятиліть, за участю епідеміологів, інженерів і вчених з усього світу.

Електромагнітні хвилі можуть викликати біологічні ефекти, які іноді, але не завжди, можуть призводити до негативних наслідків для здоров'я. Важливо зрозуміти різницю між цими двома поняттями.

Біологічний ефект має місце, якщо під дією електромагнітних хвиль в біологічній системі відбуваються які-небудь помітні морфологічні або фізіологічні зміни.

Негативні наслідки для здоров'я мають місце, якщо біологічний ефект виходить за межі норми і не може бути компенсований організмом, приводячи, таким чином, до розвитку згубних для здоров'я станів.

Деякі негативні наслідки для здоров'я людини, які можуть бути спричинені тими чи іншими частотами електромагнітного спектру, наведено в роботі [2], де показано взаємозв'язок між частотами електромагнітного поля і типом індукованого стресу або пошкодження, зокрема, індивідуальними функціональними реакціями та поведінкою. Так, поля з частотами 10^4 - 10^8 Гц можуть

спричиняти психологічні розлади та викликати психосоматичні реакції [3–8], а поля з частотами 10^8 - 10^{12} Гц викликають неврологічні реакції та розлади сну та поведінки [9]. В діапазоні 10^{12} - 10^{18} Гц (світловий діапазон) вплив електромагнітних полів може викликати термічно індуковані біохімічні зміни, зокрема, підвищену експресію білків теплового шоку, експресію вітамінів (групи D) та мелатоніну, циркадну експресію гормонів, а також, перебудову клітинного циклу в шкірі, канцерогенні і мутагенні відповіді [10–13]. Низькочастотні електромагнітні поля (1–3 Гц), впливають на електричний сигнал і функцію серця [14].

Взагалі, природне електромагнітне випромінювання і електромагнітні поля (ЕМП) розглядаються сьогодні як важливий екологічний фактор, що має велике значення для біосфери і бере безпосередню участь у життєдіяльності будь-якого організму. У теперішній час визнано, що ЕМП штучного походження є важливим значущим екологічним чинником з високою біологічною активністю. Факти свідчать, що звичайний рівень низькочастотного електромагнітного поля крупного промислового міста відповідає ситуації природної «магнітної бурі»

(аномально високій геомагнітній активності) [13, 14].

Взаємодія ЕМП з біологічним об'єктом (Рис. 1) визначається:

– параметрами випромінювання (частотою або довжиною хвилі, когерентністю коливання, швидкістю розповсюдження, поляризацією хвилі);

– фізичними і біохімічними властивостями біологічного об'єкту, як середовища розповсюдження ЕМП (діелектричною проникністю, електричною провідністю, довжиною електромагнітної хвилі в тканині, глибиною проникнення, коефіцієнтом віддзеркалення від межі повітря – тканина).

Чутливість біологічних систем до зовнішніх ЕМП залежить від діапазону частот і інтенсивності випромінювань. Діапазон неіонізуючих електромагнітних випромінювань при розгляді специфіки дії ЕМП на біологічні об'єкти можна умовно розділити на три групи:

– постійні і низькочастотні поля (до метрового діапазону довжин хвиль);

– НВЧ діапазон (довжини хвилі від 1 м до 1 см);

– міліметровий і субміліметровий діапазон (довжини хвилі від 10 мм до 0,1 мм).



Рис. 1 – Умовна крива змін показників життєдіяльності організму від інтенсивності впливу ЕМП [15]

Вплив антропогенного електромагнітного поля на екологічні системи, за даними чисельних сучасних досліджень, можна розділити на три складові компоненти (Рис. 2): вплив джерел низькочастотного ЕМП та вплив радіочастотного діапазону ЕМП на компоненти екосистеми, а також, вплив ЕМП на техногенні об'єкти в екосистемі.

Сьогодні переважна більшість досліджень в світі присвячена вивченню біологічних ефектів впливу електромагнітного поля антропогенного походження на живі організми. Вивчалася реакція окремих живих особин або різних видів живих організмів на вплив ЕМП. Багато досліджень присвячено вивченню впливу ЕМП на комах, амфібій, ракоподібних, риб та рептилій [15]. Так, вроджена чутливість до слабого

геомагнітного поля і відповідні поведінкові реакції були виявлені у багатьох різних організмів і видів тварин. Експериментально підтверджено, що слабкі магнітні поля впливають на міграційну поведінку птахів, кінетичне переміщення моллюсків, «вихляючий» «танець» бджіл, визначення напрямку переміщення хрящових риб, (акули, скати), орієнтацію і напрям переміщення магніточутливих бактерій [15]. Можна зазначити матеріали одиничних розрізнених досліджень, які присвячені вивченню впливу ЕМП на природні біологічні системи організмового та надорганізмового рівнів (популяції, угруповання), але робіт із вивчення стану і функціонування екосистем в цілому в умовах дії ЕМП, а також з вивчення впливу на різні види екосистем ще обмаль.

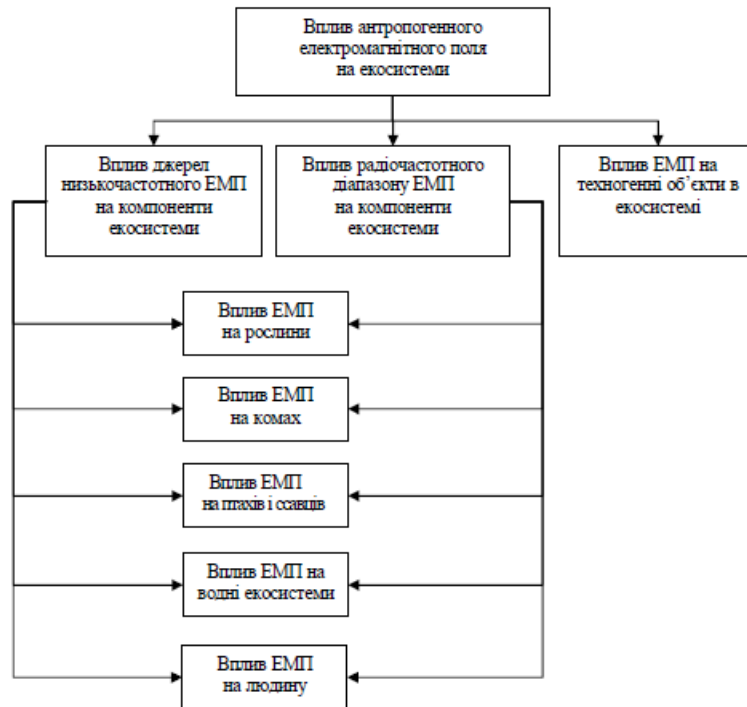


Рис. 2 – Структурна схема впливу антропогенного електромагнітного поля на екосистеми [15]

В останні роки були отримані дані про високу чутливість організму людини до слабких електромагнітних полів [17, 18]. Встановлено, що найбільш чутливою до дії ЕМП є нервова система, особливо її вищі відділи. Під впливом ЕМП низької інтенсивності у новонароджених організмів страждає пам'ять. Особливу чутливість до ЕМП проявляє імунна система. Є повідомлення, що під впливом мікрохвиль порушуються

процеси імунітету, частіше в бік їх пригнічення. У людей, які страждають на алергію, може настати стан підвищеної чутливості до електричних і магнітних полів.

ЕМП ультранизької (0–10 Гц) і дуже низької частоти (10–1000 Гц) створюються в процесі експлуатації електрифікованого міського та залізничного транспорту, лініями електропередач, підстанціями та кабельними трасами.

Лінії електропередач і деякі інші енергетичні установки створюють електромагнітні поля промислових частот (50 Гц) в сотні раз вище за середній рівень природних полів. Напруженість поля під ЛЕП може сягати десятків тисяч В/м. Під лінією електропередач (ЛЕП) потужністю 400–750 кВ, напруженість електричного поля перевищує $E = 10$ кВ/м. Найбільша напруженість поля спостерігається в місцях максимального провисання дротів, в точці проекції крайніх дротів на землю і в п'яти метрах від неї ззовні від повздовжньої вісі траси: наприклад, для ЛЕП–330 кВ – від 3,5 до 5 кВ/м, для ЛЕП–500 кВ – від 7,6 до 8 кВ/м, для ЛЕП–750 кВ – від 10 до 15 кВ/м. Конфігурація ліній електропередачі значно впливає на біологічні ефекти, спричинені електромагнітним полем. Звичайним для високовольтних ліній електропередач є створення магнітного поля, міцність якого є значно вищою за звичайні побутові рівні в будівках у людей, на відстані до 400 метрів. Але також звичайним для лінії електропередачі є створення аналогічного поля на відстані 30 метрів, а для проводки усередині житлових будинків – створення небезпечних ЕМП на відстані 1,0 метра. В кожному випадку, багато що залежить від конфігурації і дротів та величини струму, що вони несуть. Низькочастотні електричні і магнітні поля індують слабкі електричні струми в організмі людини і тварин. При знаходженні людей, що страждають на алергію, поблизу ліній електропередач (ЛЕП) у них розвиваються патологічні реакції аж до судом і втрати свідомості. У людини порушується робота ендокринної системи, обмінні процеси, функції головного і спинного мозку. Це може призвести до різних видів раку, лейкемії, пошкодження шкіри, аномалій у клітинній активності, сну та добовому ритмі, сприйнятті й пам'яті, генетичних дефектів і порушення гормональної регуляції [19]. Наприклад, було встановлено [20], що ризик лейкемії збільшився на 69% для дітей, чий будинок розташований в 200 метрах від високовольтних ліній на момент народження і на 23% для тих, хто живе на відстані від 200 до 599 м, порівняно з тими, хто народився на відстані від ЛЕП більш ніж 600 метрів. За останні 10 років відбувається

зростання випадків захворювань на лейкоз та рак у дітей і дорослих, що пов'язують із професійною діяльністю, з проживанням поблизу ЛЕП, підвищенням інтенсивності магнітних і електромагнітних полів в побутових умовах і житлових приміщеннях.

Таким чином, результати вивчення біологічної дії ЕМП показали, що реакція організму у відповідь реалізується складним комплексом ефектів: змінами нейронної активності головного мозку, порушенням імунної резистентності, ушкодженням репродуктивної функції, порушеннями функціонального стану метаболічного гомеостазу. Дослідження електромагнітного випромінювання різних рівнів, проведені в динаміці, виявили залежність ефектів від величини інтенсивності та часу дії. В цьому аспекті найбільш небезпечним електромагнітним випромінюванням є обладнання стільникового зв'язку та радіотелефони мобільного зв'язку.

Оцінка наслідків впливу ЕМП на біосферу в цілому є надзвичайно складним завданням, вирішення якого можливе лише з позицій системної методології. Цей підхід полягає в прийнятті до уваги загальності зв'язків у природі, загальносистемних законів і динамічних властивостей екосистем, таких як інертність, стійкість, рівномірність.

Методологія оцінки дії ЕМП різних діапазонів повинна включати вивчення чутливості різних елементів екосистем (тварин, рослин, комах, мікробіонтів ґрунту) до впливу ЕМП з метою встановлення екологічно значущих тест-об'єктів (біоіндикаторів) за показниками продуктивності і виживання, а також визначення найбільш чутливих тест-систем. Це дозволить мінімізувати матеріально-технічні витрати на подальші дослідження при збереженні їх достатньої об'єктивності.

Біоіндикатор - це організм, вид або угруповання, за наявності, станом, поведінці яких судять про зміни в середовищі, в тому числі про присутність забруднювачів і ступень забрудненості довкілля. Наприклад, серед рослин одним із найбільш вивчених видів-біоіндикаторів є сосна звичайна, яка є високо чутливою до забруднення середовища і зникає в сильно забру-

днених районах. У ряді випадків у весняно-літній період для біомоніторингу можуть бути використані клітини листя липи, берези та інших листяних дерев і чагарників. Для більшості типів екосистем різних кліматичних зон рослинні і тваринні тест-об'єкти можуть варіювати.

На теперішній час гранично-допустимі умови (ГДУ) для оцінки впливу ЕМП на довкілля, на жаль, не розроблені в жодній країні. Є лише результати окремих досліджень дії ЕМП на компоненти екосистем. Найбільш опрацьованими і впровадженими в багатьох країнах є ГДУ для людини. Однак, ці стандарти в різних країнах дуже відрізняються один від одного. Це зумовлено вибором критеріїв, за якими можна судити про ступінь шкідливості ЕМП певного рівня. За ГДР повинні прийматися біологічно зумовлені рівні, виявлені в результаті фізіологічних, клінічних, біохімічних та інших досліджень на біологічних об'єктах. В цьому полягає складність або взагалі неможливість достатньо певного прогнозування негативних біологічних наслідків електромагнітного випромінювання. Санітарні норми і правила, котрі діють на сьогоднішній день, не відповідають знанням про небезпеку ЕМП, одержаним дослідниками за останній час, хоча такі ЕМП є дуже відчутним фактором для всіх елементів екосистем від людини до найпростіших організмів.

Сьогодні на урбанізованих територіях постійно спостерігається погіршення екологічної ситуації за електромагнітними чинниками. Це варто пов'язувати, у першу чергу, з перевагою комерційних і споживчих підходів до питань використання ЕМП. Незважаючи на регламентації й обмеження щодо використання технічних засобів, які випромінюють у навколишнє середовище ЕМП, у комерційних цілях ревізується несертифікована за гігієнічними параметрами і параметрами електромагнітної сумісності апаратура [21].

На підставі проведеного аналізу та узагальнення чисельних літературних і інформаційних джерел щодо фізичного забруднення великих міст, факторів і негативних наслідків впливу електромагнітного

Несприятлива ситуація з електромагнітними чинниками пов'язана також зі слабкою матеріально-технічною базою електромагнітного моніторингу навколишнього середовища. У загальному випадку електромагнітний моніторинг повинен включати спостереження за фактором впливу, оцінку стану середовища за відповідними критеріями, прогнозування обстановки за цим фактором і створення інформаційних систем різного цільового призначення, розробку заходів і рекомендацій щодо захисту від ЕМП і нормалізації міської електромагнітної обстановки. Нормативною документацією в багатьох країнах світу запроваджено, що кожен об'єкт, призначений для випромінювання в навколишнє середовище електромагнітної енергії, повинен мати санітарний паспорт, у якому, крім інших даних, приводяться розрахункові й обмірювані рівні ЕМП і межі санітарних зон цих об'єктів.

Поєднання даних про електромагнітні поля з географічними координатами місцевості дозволяє будувати карти електромагнітного забруднення навколишнього середовища. Використання геоінформаційних технологій знімає проблему опублікування результатів оцінювання електромагнітного забруднення навколишнього середовища. Застосування геоінформаційних технологій у регіональному екологічному моніторингу в останні роки стало стандартним рішенням. Питанням, пов'язаним з застосуванням ГІС, присвячено багато робіт вітчизняних і зарубіжних авторів [22]. Особливістю ГІС є володіння вичерпними відомостями про земну поверхню, а саме – її рельєф й інші характеристики, що є необхідними для обчислення просторового загасання потоку електромагнітної енергії. Обчислення потужності ЕМП у дискретних точках простору вимагає використання моделей поширення радіохвиль (або електромагнітної енергії), які наводяться у літературі або рекомендовані міжнародними стандартами [23].

Висновки

забруднення на природні об'єкти і населення урбанізованих територій, екологічних наслідків впливу комплексного фізичного забруднення на стан навколишнього середовища та огляду заходів щодо запобігання

або послаблення негативних наслідків такого впливу можна зробити наступні висновки:

1. Вивчення біологічної дії ЕМП показало, що випромінювання такого типу викликають в живих організмах комплекс різноманітних ефектів, зокрема, зміни нейронної активності головного мозку, порушення імунної резистентності, ушкодження репродуктивної функції, порушення функціонального стану метаболічного гомеостазу та ін.

2. Дослідження електромагнітного випромінювання різних рівнів виявили залежність ефектів від інтенсивності та часу дії. Враховуючи це, найбільш небезпечним електромагнітним випромінюванням можна вважати обладнання стільникового зв'язку та радіотелефони мобільного зв'язку.

3. В умовах постійного зростання частки електромагнітних забруднень навколишнього середовища штучного походження важливою стає можливість постійного контролю та регламентації рівнів такого забруднення, але на теперішній час гранич-

но-допустимі умови (ГДУ) для оцінки впливу ЕМП на довкілля, на жаль, не розроблені в жодній країні.

4. Однією з найважливіших причин несприятливої ситуації, спричиненої впливом чинників електромагнітного походження на довкілля та живі організми є слабка матеріально-технічна база електромагнітного моніторингу навколишнього середовища.

5. Ціла низка екологічних проблем у великих містах пов'язана з фізичними факторами навколишнього середовища, зокрема, із впливом електромагнітних полів. Тому проведений нами аналіз існуючих даних про розповсюдження та негативні наслідки впливу електромагнітного забруднення на стан довкілля та людину може статися в нагоді у розробці рекомендацій щодо екологічної регламентації господарської діяльності з урахуванням впливу забруднень електромагнітного походження на природні системи і населення, для підвищення рівня екологічної безпеки на урбанізованих територіях.

Література

1. Wertheimer N., Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer // *American Journal of Epidemiology*. 1979. V. 109, N 3. P. 273-284.

2. Stansfeld S.A Gallacher J., Babisch W. Road Traffic Noise and Psychiatric Disorder: Prospective findings from the Caerphilly Study // *British Medical Journal*. 1996. V. 313. P. 266-267.

3. Carrubba S., Frilot C., Hart F.X., et al. The electric field is a sufficient physical determinant of the human magnetic sense // *International Journal of Radiation Biology*. 2009. V. 85 (7). P. 622-632.

4. Lipping T., Rorarius M., Jäntti V., et al. Using the nonlinear control of anaesthesia-induced hypersensitivity of EEG at burst suppression level to test the effects of radiofrequency radiation on brain function // *Nonlinear Biomedical Physics*. 2009. V. 3(1). P. 5-29.

5. Havas M. Dirty electricity elevates blood sugar among electrically sensitive diabetics and may explain brittle diabetes / M. Havas // *Electromagnetic Biology and Medicine*. 2008. V. 27. P. 135-146.

6. Sonmez O.F. Odaci E., Bas O., et al. Purkinje cell number decreases in the adult female rat cerebellum following exposure to 900MHz electromagnetic field // *Brain Research*. 2010. V. 14. P. 95-101.

7. Milham S., Morgan L.L. A new electromagnetic exposure metric: high frequency voltage transients associated with increased cancer incidence in

teachers in a California school // *American Journal of Industrial Medicine*. 2008. V. 51. P. 579-586.

8. Okano H. Effects of static magnetic fields in biology: role of free radicals // *Frontiers in Bioscience*. 2008. V.13.– P. 6106-6125.

9. Havas M., Olstad A. Power quality affects teacher wellbeing and student behavior in three Minnesota Schools, // *Science of the Total Environment*. 2008. V. 402. P. 157-162.

10. Kempnaers B. Borgström P., Loës P., et al Artificial night lighting affects dawn song, extra-pair siring success, and lay date in songbirds // *Current Biology*. 2010. V. 20. P. 1735-1739.

11. Stevens R.G. Working against our endogenous circadian clock: breast cancer and electric lighting in the modern world s // *Mutation Research*. 2009. V. 680. P. 106-108.

12. Stevens R.G. Light-at-night, circadian disruption and breast cancer: assessment of existing evidence // *International Journal of Epidemiology*. 2009. V. 38. P. 963-970.

13. Chepesiuk R. Missing the dark: health effects of light pollution // *Environmental Health Perspectives*. – 2009. V. 117. P. A20-A27.

14. Friedman J. Kraus S., Hauptman Y., et al. Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies // *Biochem. J*. 2007. V. 405. P. 559-568.

15. Бакка М.Т., Гончарова М.О., Оляницька О.Ю. Оцінка впливу антропогенного електромагнітного поля на природні екосистеми // Вісник ЖДТУ. 2007. Вип. 2 (41). С. 195-199.

16. Внукова Н.В. Оцінка акустичного забруднення // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2011. Вип. 4/6 (52). С. 42-47.

17. Crasson M., Legros J.-J. Absence of daytime 50 Hz, 100 μ Trms magnetic field or bright light exposure effect on human perform. Performance and psychophysiological parameters//Bioelectromagnetics. 2005. Vol. 26. № 3. P. 222-233.

18. Fuller M. Dobson J. On the significance of the constant of magnetic field sensitivity in animals // Bioelectromagnetics. 2005. Vol. 26. № 3. P. 234-237.

19. Wagner P., Röschke J., Mann K. et al Human sleep under the influence of pulsed radiofrequency electromagnetic fields: a polysomnographic study using standardized conditions.// Bioelectromagnetics. – 1998. V. 19. № 3. P. 199-202.

20. Draper G., Vincent T., Kroll M.E., et al. Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study // British Medical Journal. 2005. V. 330. P. 1290-1294.

21. Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии М.: "Радио и связь", 2000. 239 с.

22. Довбыш В.Н., Сивков В.С., Сподобаев Ю.М. Визуализация электромагнитной обстановки, создаваемой телекоммуникационными техническими средствами, расположенными на больших территориях // Антенны. – 2006. – №10 (113). – С.58-62.

23. Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н. Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга. М.: Наука, 2004. 250 с.

Надійшла до редколегії 05.10.2016