

Б.М. Булгаков, В.П. Манойлов, В.М. Скресанов,
Ю.О. Скрипник, О.П. Яненко

ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Проведено аналіз основних досягнень в області впливу НВЧ- та НЗВЧ- випромінювання на біологічні об'єкти та навколишнє середовище, у тому числі сигналів біоінформаційного рівня. Звернено увагу на недопустимість безконтрольного розширення як частотного діапазону, так і рівнів потужності випромінювання засобів зв'язку та телекомунікацій. Запропоновано проведення комплексного програмного дослідження з метою запобігання шкідливого впливу на людину, навколишнє середовище та біосферу Землі.

Впродовж життя організму живих істот доводиться пристосовуватися до умов зовнішнього середовища, які безперервно змінюються. Центральна нервова система зі своєю системою сенсорів і аналізаторів сприймає інформацію від зовнішнього світу та внутрішнього середовища. Результати відбиваються у гіпоталамо-гіпофізному відділі мозку і за принципом зворотного зв'язку відбувається управління периферичною нервовою, ендокринною та іншими системами та підсистемами організму. З порушенням гомеостазу – внаслідок захворювань, у тому числі онкологічних, приймання ліків, біологічних стимуляторів або зміни зовнішніх умов – виникає відповідна реакція організму, розтрачуються його енергетичні ресурси, під'єднуються додаткові функціональні резерви. Напрямки, за якими розвивається реакція організму, залежать від інтенсивності подразнювача і часу його впливу – це можуть бути реакції тренування організму, активації захисних сил або стресу. Останній спричиняє ушкодження організму, а інколи і його загибель. Численні експерименти на тваринах і частково на людях показали, що електричне поле, магнітні постійне та змінне поля і високочастотні електромагнітні поля, у тому числі радіохвилі й оптичне лазерне випромінювання, діють на центральну нервову систему як подразники і, крім того, здатні викликати зміни у системах управління захисними реакціями організму на інші види подразників.

Дослідженням у цій галузі щороку присвячується та проводиться декілька великих міжнародних конференцій, друкується понад 1000 наукових статей, книг та інших матеріалів. Наприклад, у [1] докладно розглянуті адаптаційні особливості організму.

Дуже важливою є та обставина, що вплив подразнювача на організм має ступінчастий характер. Таких ступенів декілька, причому кожний ступінь має три основні стадії: тренування, активація, стрес. Перші дві стадії можуть відігравати позитивну роль, а стрес є небажаною реакцією, як правило, шкідливою для організму. На кожному із ступенів переходу від нижньої стадії до вищої (наприклад, від стадії тренування до стадії активації і т. д.) відбувається підвищення інтенсивності впливу подразнювача приблизно на 20–25 %. Таким чином, чутливість організму до дії подразнювача зменшується в міру підвищення його інтенсивності та описується логарифмічною залежністю. З огляду на те, що при переході на новий ступінь всі три стадії (тренування, активація, стрес) якісно змінюються, можна пояснити результати експериментальних досліджень, які показали, що ефект дії подразнювача малої інтенсивності (біоінформаційний вплив) може виявитися значно ефективнішим ніж вплив високоінтенсивного подразнювача. Такий результат здається парадоксальним з точки зору здорового глузду, але він підтверджений численними експериментами. Ситуація нагадує гомеопатію, де для лікування людей використовуються незначні за процентним вмістом концентрації ліків. Експерименти проводилися головним чином на тваринах, оскільки стосовно людей необхідно керуватися жорсткими етичними нормами та принципом “не нашкодити”. Морфологічними та біохімічними методами вивчалися мозок, ендокринні залози, периферична кров тварин, які після впливу слабких подразнювачів структурно змінювалися, відбувалася перебудова комплексів з великої кількості живих клітин, розшифрувати зміст якої дуже важко.

Істотним подразником є електромагнітні поля (ЕМП) різної інтенсивності [2]. Якщо вплив ЕМП за допомогою випромінювання понад 10 мВт/см² пояснюється термічними ефектами, то механізм впливу на організм нетеплових інтенсивностей (нижче 0,1 мВт/см²) довгий час залишався неясним. У монографії [3] теоретично обґрунтований ефект біоінформаційного впливу на організм слабких та надто слабких ЕМП, пов'язаного з квантовою природою живої матерії та наявністю електромагнітного каркаса людини. Експериментальні дослідження наявності власного ЕМП людини у мм-діапазоні (діапазон край високих частот УВЧ) проведені авторами робіт [4, 5]. Одержані експериментальні результати випромінювання та поглинання мм-хвиль людиною та фізичними об'єктами на рівні потужностей

$1 \cdot 10^{-20} \dots 1 \cdot 10^{-22}$ Вт/Гц \cdot см², виявлена низка ефектів, що виникають під час дії низькоінтенсивних полів на біологічний об'єкт. Це дає можливість розглядати електромагнітне подразнення як результат взаємодії зовнішніх ЕМП із власним ЕМП людини. Причому взаємодія полів можлива за умови, що зовнішнє і власне поля однакові за інтенсивністю. Зафіксовано, що вплив сильного зовнішнього ЕМП блокується захисним механізмом (електромагнітне екранування) на клітинному рівні.

Таким чином, можна стверджувати, що система регуляції гомеостазу організмів – це результат тривалої еволюції живого, в яке природою закладені найдоцільніші захисні функції.

Із висловленою зрозуміло, що магнітні та електромагнітні поля – це один із сильних подразників, який може через власне енергетичне поле впливати як шкідливий, так і корисний вплив на біологічні об'єкти. Серед корисних застосувань можна назвати мікрохвильову резонансну терапію, яка вже довгий час практикується у Науково-дослідному центрі квантової медицини “Відгук” МОЗ України, інших центрах України, Росії та Вірменії. Вона заснована на впливі радіовипромінювання міліметрового діапазону хвиль на біологічно активні точки людини [3]. Спектральна щільність потужності шумових сигналів, які застосовуються у процесі лікування, становить $1 \cdot 10^{-18} \dots 1 \cdot 10^{-20}$ Вт/Гц \cdot см².

Менш відомі роботи, які проводять вчені Інституту радіофізики й електроніки НАН України спільно з медичними працівниками (м. Харків), щодо створення комплексних методів лікування онкологічних захворювань, завдяки яким НВЧ-опромінювання хворих підвищує ефективність лікування і дає змогу використовувати менш шкідливі режими хіміотерапії та радіоактивного опромінювання. Відомі експерименти впливу на мозок пацюків слабким змінним магнітним полем з частотою 50 Гц, які сприяли омолодженню тварин [1].

Однак, поряд з цим існує і шкідливий вплив електромагнітного поля НВЧ-діапазону. Відомі, наприклад, дослідження вчених Інституту нових медичних технологій м. Тула (Росія) впливу низькоінтенсивних рівнів опромінювання НВЧ- і НЗВЧ-діапазону на відкриту печінку тварин [6, 7]. Автори публікації показують, що опромінювання низькоінтенсивними рівнями сигналу сантиметрового діапазону частот (НВЧ) $f = 14,5$ ГГц (порядку $0,3$ мВт/см²) призводить до деструктивних змін в органі і 100 %-ої загибелі тварин, а опромінювання таким самим рівнем мм-діапазону частот $f = 78$ ГГц (НЗВЧ) сприяє розвиткові компенсаторних ефектів і зберігає життя тварин на контрольованому відрізку часу. НВЧ-опромінювання інтенсифікує незворотні порушення енергетичного балансу на клітинному рівні. Деструктивний вплив ЕМП НВЧ пов'язаний з порушенням природного процесу утворення трансмембранного градієнта іонів водню у мітохондріях клітин.

Особливе занепокоєння викликає шкідлива дія індустриальних джерел електромагнітних полів на жителів міст, які навіть гадки про це не мають. До цього часу для оцінки шкідливого фактора на людей, що проживають у районах дії випромінювачів електромагнітного поля необмежено довго, діють встановлені комунальні санітарні норми гранично допустимого рівня потужності (ГДР). Викликає подив той факт, що найвищі у світі норми ГДР (10 мВт/см²) встановлені у США, а найнижчі – у колишньому СРСР (10 мкВт/см²) і відрізняються у 1000 разів. Чим пояснюється така різниця? Справа у тому, що в США ГДР встановлені відразу після Другої світової війни керівниками штабів американської армії. Підхід при цьому був таким – за потоку потужності понад 10 мВт/см² починається нагрівання біологічного об'єкта подібно до того, як це має місце у мікрохвильових печах. При нижчих рівнях потоку потужності нагрів практично непомітний, тому й була прийнята санітарна норма 10 мВт/см², і всі інші “нетеплові” види дії при цьому не враховувалися. Це полегшувало військовим використовувати потужні радіозасоби у такій густонаселеній країні, як США. В СРСР оцінку ГДР займалися біологи, які, ґрунтуючись на відомих у той час даних, визначили, що за потоку потужності понад 10 мкВт/см² опромінювання піддослідних тварин починало відбиватися на їх поведінці.

Довгий час прийняті ГДР вважалися чимось абсолютним, хоч вони не враховували ні робочу частоту, ні види модуляції. Проте відомо, що для встановлення ГДР опромінювання суттєве значення мають параметри модуляції несучих коливань [8]. Однакова гранична величина потоку потужності використовувалась як для радіодіапазонів, так і для НВЧ-, міліметрового, субміліметрового і лазерного випромінювання. У 70-ті роки питанням впливу електромагнітної дії на людину як в СРСР, так і в США почали приділяти значно більше уваги, у ряді лабораторій велися дослідження для військового застосування. Особливо значний стрибок відбувся у США, де зростання кількості досліджень дії електромагнітних полів на біологічні об'єкти порівнюють з вибухом.

Аналогічні дослідження сьогодні проводяться в Україні та Росії. Наприклад, у [5] наводяться результати досліджень опромінювання шкіри людини низькоінтенсивним

монохроматичним та шумовим сигналом ($1 \cdot 10^{22} \dots 1 \cdot 10^{20}$ Вт/Гц · см²) мм-діапазону. Помічене явище “резонансів поглинання” на певних частотах цього діапазону. Підвищення опромінюючого сигналу в 10–30 разів призводить до зникнення ефекту поглинання і до виникнення ефекту відбиття опромінюючого сигналу, що свідчить про захисні властивості біологічних об’єктів на рівень опромінювання значно більший, ніж власне випромінювання.

Авторами праці [9] виявлені резонансні явища у біологічних об’єктах, що проявляються на частотах 1 ГГц тільки за низької інтенсивності опромінюючого сигналу мм-діапазону (<10 мкВт/см²). З підвищенням рівня впливаючого сигналу резонанси зникають.

Таким чином, рівень відбитого сигналу, який відповідає різкому підвищенню коефіцієнта відбиття від біологічного об’єкта, можна враховувати фізіологічно обгрунтованим ГДР. Розробники НЗВЧ-апаратури повинні спрямувати свої зусилля на створення вимірювачів коефіцієнта відбиття за спільної дії зовнішнього опромінюючого випромінювання та власного випромінювання біологічних об’єктів.

Ми є свідками введення в дію в Україні нових телевізійних передавачів, мобільних, сотових та супутникових систем зв’язку, радіорелейних, радіолокаційних та радіонавігаційних пристроїв військового і громадянського призначення, розширення діапазону частот в область міліметрових хвиль. При цьому передавальні пристрої вже не виносяться за межі міста, а в більшості випадків встановлюються на дахах будинків густо населених міст. Передавачі сотових телефонів люди часто притискають до вуха, а в недалекому майбутньому на вулицях та автострадах з’являться тисячі автомобілів, оснащених протизштовхувальними радарми. Крім того, в Україні розгортається так звана демократизація інформаційних послуг, в результаті чого послуги надаватимуться конкуруючими між собою вітчизняними та зарубіжними фірмами і монополіями, а функції державних органів суттєво обмежаться. Це збільшує можливість засилля в Україну не тільки морально застарілої, а й шкідливішої для людини та навколишнього середовища апаратури і технологій телекомунікацій.

Причиною занепокоєння є те, що до природних електромагнітних полів та їх варіацій, зумовлених планетарними і космічними факторами, живе адаптувалось протягом мільярдів років, тоді як джерела електромагнітних полів антропогенного походження стали значимими факторами не більше 50 років тому. Отож однозначно оцінити екологічну значимість цього фактора у теперішній час неможливо. Якщо люди, що професійно працюють з радіоапаратурою, повинні перебувати під наглядом лікарів, то стан здоров’я населення до цього часу ніяк не пов’язується з електромагнітною обстановкою у районі їх проживання. Такі дослідження не потребують великих витрат і в Україні майже не проводяться, хоч за результатами зарубіжних досліджень відомо, що такий вплив існує. Наприклад, діти, що навчаються у школах, розташованих поблизу об’єктів, що вивчають електромагнітне поле, навчаються гірше, ніж в інших районах. Автор праці [10] дослідив вплив електромагнітних полів на водіїв транспортних засобів, а також кореляційні зв’язки між просторовим розподілом електромагнітного поля у навколишньому середовищі та кількістю дорожньо-транспортних пригод.

Фактом є те, що виключити з використання радіо, радіозв’язок, телебачення неможливо. Однак серед альтернативних технічних рішень слід обирати ті, які меншою мірою “забруднюють” навколишнє середовище електромагнітними полями. Для проведення екологічної експертизи технічних рішень у галузі НВЧ- та НЗВЧ-діапазонів та підготовки необхідних проектів законодавчих актів слід створити громадську комісію, посилити роль служби Державної інспекції електрозв’язку і зобов’язати їх не тільки усунути взаємні завади, а й сумісно з МОЗ України встановити жорсткіший контроль щодо інтенсивності сукупних електромагнітних полів та за виконанням санітарних норм.

Враховуючи дуже широкий спектр частот від постійних полів до оптичного діапазону, можна залучити до участі у дослідженнях, експертних оцінках та контролі ІРЕ НАН України, НДЦ квантової медицини “Відгук” МОЗ України, міжвідомчу метрологічну лабораторію СВЧ-хвиль та екології навколишнього середовища Головного НДІ метрології та сертифікації Міносвіти України (у структурі ДАЛПУ), санітарно-епідемічні станції та інші організації.

Міністерству охорони здоров’я слід доручити спеціалізованим центрам проведення систематичного медичного обстеження людей, які постійно працюють з радіоапаратурою або проживають у зоні дії сильних ЕМП. На нашу думку, враховуючи тенденцію до різкого підвищення у найближчі 5–10 років рівня ЕМП навколишнього середовища, необхідно створити державну наукову програму з питань дослідження як негативних, так і позитивних аспектів впливу ЕМП на людину. Це допоможе розробити заходи правильного їх використання та передбачення шкідливого впливу на людину, навколишнє середовище та біосферу Землі.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гаркави Л.Х., Квакина Е.В., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистивность организма // Р-н-д, Изд. Ростовского университета, 1990. – С. 223.
2. Холодов Ю.А., Лебедев Н.Н. Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля. – М.: Наука, 1992. – С. 135.
3. Сітько С.П., Мкртчян Л.Н. Введение в квантовую медицину. – К.: Паттерн, 1994. – С. 146.
4. Сітько С.П., Яненко О.П. Пряма реєстрація нерівноважного електромагнітного випромінювання людини в мм-діапазоні // Фізика живого, 1997. – Т. 5. – № 2. – С. 60.
5. Сітько С.П., Скрипник Ю.О., Яненко О.П. Результати експериментальних досліджень випромінювання деяких об'єктів в мм-діапазоні / Праці III міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології життєзабезпечення людини”. – Кам'янець-Подільськ: 1998. – С. 22–24.
6. Субботина Т.И., Яшин А.А. Новый подход к КВЧ-терапии по результатам облучения открытых органов животных // Физика живого, 1998. – Т. 6. – № 1. – С. 49–58.
7. Субботина Т.И., Яшин А.А., Яшин М.А. Исследование негативного воздействия на организм низкоинтенсивного СВЧ-излучения и выводы для клинико-диагностической практики // Физика живого, 1998. – Т. 6. – № 1. – С. 59–69.
8. Григорьев Ю.Т. Роль модуляции в биологическом действии электромагнитного излучения // Радиационная биология. Радиоэкология, 1996. – Т. 36. – Вып. 5. – С. 35–39.
9. Петросян В.И., Житенева Э.А., Гуляев Ю.В. и др. Физика взаимодействия миллиметровых волн с объектами различной природы // Радиотехника, 1996. – № 9. – С. 20–31.
10. Сопільник Л.І. Дослідження впливу електромагнітних полів на інтенсивність дорожньо-транспортних пригод // Автоматика, вимірювання та керування: Вісник ДУ “Львівська політехніка”, 1997. – № 314. – С. 74–79.

БУЛГАКОВ Борис Михайлович – професор, доктор фізико-математичних наук, завідувач відділу ІРЕ НАН України м. Харкова.

Наукові інтереси:

- НВЧ-техніка;
- використання апаратури НВЧ в різних областях науки та техніки.

МАНОЙЛОВ В'ячеслав Пилипович – доктор технічних наук, завідувач кафедри “Медичні прилади та системи” Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

- НВЧ-техніка;
- медицина та біологія – проектування, використання, наукові дослідження.

СКРЕСАНОВ Валерій Миколайович – кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник ІРЕ НАН України м. Харкова.

Наукові інтереси:

- НВЧ-техніка, використання та наукові дослідження в біології та медицині.

СКРИПНИК Юрій Олексійович – професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерних систем, м. Київ.

Наукові інтереси:

- вимірювання та метрологія;
- автоматизація та використання засобів вимірювання в легкій, харчовій та інших галузях промисловості, фізиці, медицині.

ЯНЕНКО Олексій Пилипович – доцент, кандидат технічних наук, завідувач відділу НДЦ КМ “Відгук” МОЗ України, завідувач санітарної лабораторії НВЧ-полів, м. Київ.

Наукові інтереси:

- вимірювання та метрологія;
- НВЧ- та НЗВЧ-техніка;
- НВЧ-санітарія.