

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Еколого-економічний факультет
Кафедра екологічного права і контролю

ДИПЛОМНА РОБОТА

рівень вищої освіти: «спеціаліст»

на тему: «Екологічно безпечне поводження з техногенними джерелами
електромагнітного випромінювання»

Виконала студентка 1 курсу групи ЕК-55
спеціальність: 101 «Екологія»
спеціалізація:
«Екологічний контроль та аудит»
Ільящук Ольга Вадимівна

Керівник:
Грудев Петро Христофорович

Консультант: к.геогр.н.,
Бургаз Олексій Анатолійович

Рецензент:
Кузьміна Вікторія Анатоліївна

Одеса 2017

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
1 ПРИРОДА ТА ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	9
1.1 Фізичні характеристики та особливості електромагнітного випромінювання.....	9
1.2 Природні і техногенні джерела електромагнітного випромінювання.....	16
2 ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ТА ДОВКІЛЛЯ.....	29
3 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПОВОДЖЕННІ З ТЕХНОГЕННИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	48
3.1 Сучасний стан електромагнітного забруднення урбанізованих територій.....	48
3.2 Правове регулювання забезпечення екологічної безпеки при поведженні з джерелами електромагнітного випромінювання в Україні.....	60
3.3 Існуючі проблеми та сучасні механізми забезпечення екологічної безпеки при поведженні з техногенними джерелами електромагнітного випромінювання.....	78
ВИСНОВКИ.....	93
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	108
ДОДАТКИ.....	112

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АФС – антенно-фідерна система;
БС – базова станція;
ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я;
ГДР – гранично допустимий рівень;
ГПЗ – гепатогенні зони;
ДХ – довгі хвилі;
ДНК – дезоксірибонуклеїнова кислота;
ДНЧ – дуже низькі частоти;
ЕМВ – електромагнітне випромінювання;
ЕМП – електромагнітне поле;
ЕП – електричне поле;
КХ – короткі хвилі;
ЛЕП – лінії електропередач;
МОЗ – Міністерство охорони здоров'я;
РЛС – радіолокаційна станція;
РНК – рібонуклеїнова кислота;
РЧ – радіочастота;
СХ – середні хвилі;
УВЧ – ультрависокі частоти;
ЦНС – центральна нервова система;
ЩПЕ – щільність потоку енергії

ВСТУП

У сучасних умовах все більше зростає значимість завдань із захисту від електромагнітних випромінювань (ЕМВ). Неминучість впливу ЕМВ на населення і навколишню живу природу стало даниною сучасному технічному прогресу. Це пов'язано не тільки з ростом кількості джерел ЕМВ, але і сфер їх застосування.

Простори сучасних населених територій пронизані електромагнітними випромінюваннями різних діапазонів, викликаними роботою технічних засобів і пристроїв. Концентрація електромагнетизму в навколишньому середовищі постійно збільшується, набуваючи вигляду загального електромагнітного забруднення. За останні роки забрудненість середовища від електромагнітних випромінювань (ЕМВ) виросла більш ніж в десятки тисяч разів, досягнувши глобального характеру і перевищивши за значимістю вплив хімічних і радіаційних факторів.

Численні експериментальні дані свідчать про високу біологічну активність електромагнітних випромінювань (ЕМВ) в усіх частотних діапазонах. Вона значно перевищує природний рівень, що встановився в процесі розвитку біосистем і обумовлений впливом природних випромінювань. Всі діапазони техногенних електромагнітних випромінювань інтенсивно впливають на здоров'я людей і стан природного середовища. Високий ступінь їх небезпеки посилюється тим, що наслідки можуть проявлятися по спливі досить тривалого часу і негативно впливати на стан імунної та генетичної стійкості поколінь. Магнітна складова електромагнітного випромінювання має високий ступінь небезпеки для здоров'я людини.

Проблема біологічної дії електромагнітних полів стає значущою для діяльності міжнародних організацій і державних органів. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) включила проблему впливу електромагнітних випромінювань на живу природу в список пріоритетних і ввела термін

«глобальне електромагнітне забруднення середовища», через постійне збільшення рівня радіофону, під яким розуміють сумарний ефект всіх випромінюючих засобів Земної кулі.

В Україні основним критерієм санітарно-епідеміологічного нормування впливу електромагнітного поля (ЕМП) є положення, яке регламентує рівень безпеки людини від впливу електромагнітного поля такої інтенсивності, при якій не виявляється навіть тимчасове порушення системи функціонування органів і не відбувається напруга захисних механізмів в організмі.

На жаль погіршення екологічної ситуації по електромагнітному фактору, що спостерігається в даний час, слід пов'язувати, в першу чергу, з переважанням відомчих, чисто комерційних і споживчих підходів до питань використання ЕМП, слабкою матеріально-технічною базою екологічного електромагнітного моніторингу навколишнього середовища, слабким висвітлення питань електромагнітної екології в вузах, навчально-методичної літератури і т.ін.

У зв'язку з цим рішення проблеми електромагнітного забруднення довкілля є комплексним завданням, яка зачіпає соціальні, економічні і навіть політичні інтереси різних відомств і промислових корпорацій, потребує координації науково-дослідних робіт і проектів. Головним в концепції безпеки екологічного середовища від впливу ЕМВ є встановлення гранично допустимих нормативних значень їх інтенсивності для збереження стійкості організму і стабільності екосистем.

Метою дипломної роботи є вивчення ролі електромагнітного забруднення в створенні умов екологічної небезпеки в навколишньому середовищі, генеруванні негативних факторів, що впливають на стан його живих організмів, здоров'я людини. В представленій роботі розглянуто і вивчені природа, особливості та джерела електромагнітного випромінювання, основні механізми впливу електромагнітного випромінювання на здоров'я людини і навколишнє середовище, вивчено сучасний стан електромагнітного забруднення урбанізованих територій, розглянуті питання правового

регулювання забезпечення екологічної безпеки в Україні при поводженні з джерелами електромагнітного випромінювання. Значна увага в роботі приділена характерним проблемам та перспективам забезпечення умов екологічної безпеки при поводженні з техногенними джерелами електромагнітного випромінювання.

1 ПРИРОДА ТА ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

1.1 Фізичні характеристики та особливості електромагнітного випромінювання

Електромагнітні випромінювання представляють особливу форму матерії, яка характеризується сукупністю прояви електричних і магнітних властивостей. Будь-яка система, яка виробляє, розподіляє і споживає електричну енергію, неминуче створює електромагнітне випромінювання, яке гуртується всередині і поза джерела у вигляді електромагнітного поля (ЕМП).

ЕМП являє структуру взаємодії електричного і магнітного полів. При цьому електричне поле, що змінюється в часі (створюється електричними зарядами) породжує магнітне поле (створюється при русі електричних зарядів по провідній субстанції), яке при своїй зміні, в свою чергу, створює вихрове електричне поле. Обидві складові - електричне та магнітне поля - при безперервній дії виробляють взаємне збурення, в процесі якого відбувається прискорення рухомих частинок.

Таким чином, електромагнітне випромінювання (електромагнітні хвилі) являє собою розповсюджене в просторі збурення (зміна стану) електромагнітного поля (тобто, що взаємодіючих один з одним електричного і магнітного полів) [1].

Серед електромагнітних полів взагалі, породжених електричними зарядами і їх рухом, прийнято відносити власне до випромінювання ту частину змінних електромагнітних полів, яка здатна поширюватися найбільш далеко від своїх джерел - рухомих зарядів, затухаючи найбільш повільно з відстанню.

Формування ЕМП в залежності від відстані від джерела проходить в дві стадії. У першому випадку електромагнітне поле знаходиться в так званій зоні індукції і володіє статичними властивостями, тут магнітна складова поля менше ніж електрична. З цієї причини ЕМП оцінюється по електричній

складовій напруженості поля E (В/м). Подальше формування ЕМП з наростанням інтенсивності (швидкість заряджених частинок) переводить його в зону електромагнітної хвилі, в якій формується випромінювання. Тут вже виражені обидві його складові - електрична і магнітна, тому в цій зоні ЕМП оцінюється поверхневою щільністю потоку енергії - Вт/м^2 ($1\text{Вт/м}^2 = 0,1\text{мВт/см}^2 = 100\text{мкВт/см}^2$).

Крім напруженості і щільності потоку енергії ЕМП як фізична величина характеризується також [1]:

- індукцією магнітного поля - B , що характеризує дію магнітного поля на рухомий заряд. Одиницею магнітної індукції є 1 Тесла (Тл);

- напруженістю магнітного поля - H . Одиницею напруженості магнітного поля є 1 ерстед (Е) або в Міжнародній системі одиниць (СІ) - в амперах на метр (А/м) - ($1\text{ Е} = 1000 / (4\pi)\text{ А/м} \approx 79,5775\text{ А/м}$, $1\text{ А/м} = 4\pi / 1000\text{ Е} \approx 0,01256637\text{ Е}$).

Основними параметрами електромагнітного випромінювання як хвилі є довжина хвиль λ , (м); частота коливання f , (Гц) (рис. 1.1), поляризація.

Довжина хвилі прямо пов'язана з частотою через (групову) швидкість поширення випромінювання. Групова швидкість поширення електромагнітного випромінювання у вакуумі дорівнює швидкості світла, в інших середовищах ця швидкість менше. Фазова швидкість електромагнітного випромінювання у вакуумі також дорівнює швидкості світла, в різних середовищах вона може бути як менше, так і більше швидкості світла [1].

Описом властивостей і параметрів електромагнітного випромінювання в цілому займається електродинаміка, хоча властивостями випромінювання окремих областей спектра займаються певні більш спеціалізовані розділи фізики (частково так склалося історично, частково обумовлено істотною конкретною специфікою, особливо щодо взаємодії випромінювання різних діапазонів з речовиною, частково також специфікою прикладних задач). До таких більш спеціалізованих розділів відносяться оптика (і її розділи) і радіофізика. Жорстким електромагнітним випромінюванням короткохвильового кінця спектра займається фізика високих енергій;

відповідно до сучасних уявлень, при високих енергіях електродинаміка перестає бути самостійною, об'єднуючись в одній теорії зі слабкими взаємодіями, а потім - при ще більш високих енергіях - як очікується - з усіма іншими калібрувальними полями.

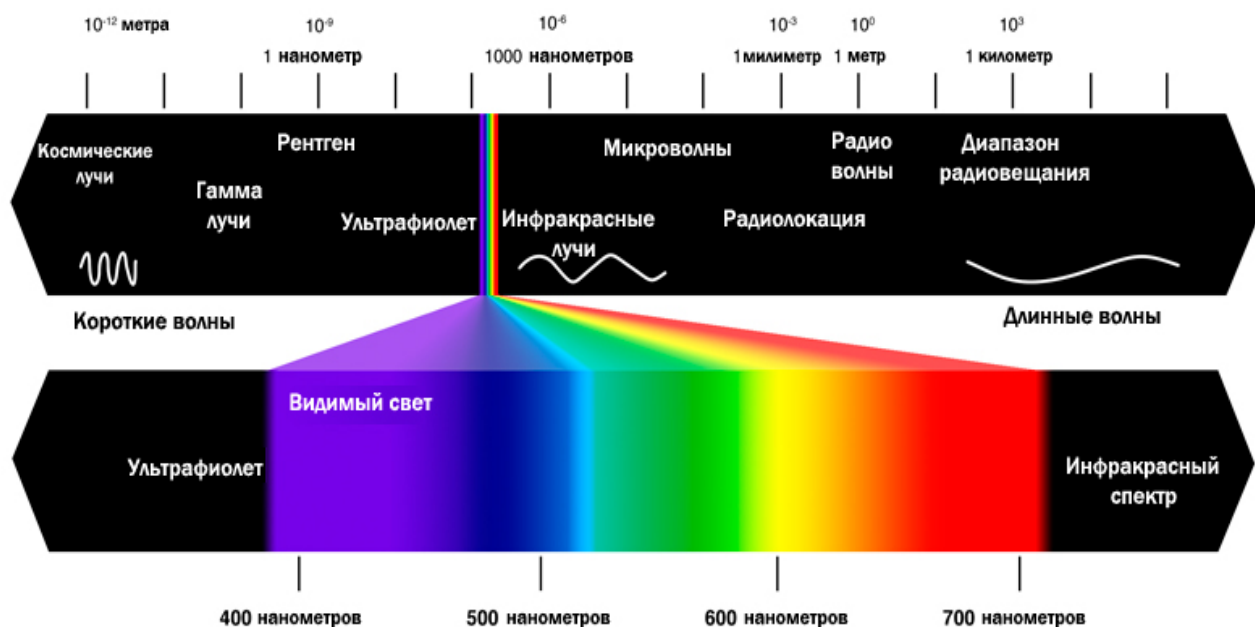


Рис. 1.1 – Амплітудно-частотний діапазон

Існують теорії, які розрізняються в деталях і ступенях спільності, що дозволяють змоделювати і дослідити властивості і прояви електромагнітного випромінювання. Найбільш фундаментальною з завершених і перевірених теорій такого роду є квантова електродинаміка, з якої шляхом тих чи інших спрощень можна в принципі отримати всі перераховані нижче теорії, що мають широке застосування в своїх областях. Для опису щодо низькочастотного електромагнітного випромінювання в макроскопічній області використовують, як правило, класичну електродинаміку, засновану на рівняннях Максвелла, причому існують спрощення в прикладних застосуваннях. Для оптичного випромінювання (аж до рентгенівського діапазону) застосовують оптику (зокрема, хвильову оптику, коли розміри деяких частин оптичної системи близькі до довжин хвиль; квантову оптику, коли істотні процеси поглинання,

випромінювання і розсіювання фотонів; геометричну оптику - граничний випадок хвильової оптики, коли довжиною хвилі випромінювання можна знехтувати). Гамма-випромінювання найчастіше є предметом ядерної фізики, з інших - медичних і біологічних - позицій вивчається вплив електромагнітного випромінювання в радіології. Існує також ряд областей - фундаментальних і прикладних - таких, як астрофізика, фотохімія, біологія фотосинтезу і зорового сприйняття, ряд областей спектрального аналізу, для яких електромагнітне випромінювання (найчастіше - певного діапазону) і його взаємодію з речовиною грають ключову роль. Всі ці області межують і навіть перетинаються з описаними вище розділами фізики [2].

Деякі особливості електромагнітних хвиль з точки зору теорії коливань і понять електродинаміки перебуваю в наступному:

- наявність трьох взаємно перпендикулярних (у вакуумі) векторів: хвильового вектора, вектора напруженості електричного поля E і вектора напруженості магнітного поля H .

- електромагнітні хвилі - це поперечні хвилі, в яких вектора напруженостей електричного і магнітного полів коливаються перпендикулярно напрямку поширення хвилі, але вони істотно відрізняються від хвиль на воді і від звуку тим, що їх можна передати від джерела до приймача в тому числі і через вакуум [2].

Електромагнітне випромінювання прийнято ділити по частотних діапазонах (табл. 1.1). Діапазонів немає різких переходів, вони іноді перекриваються, а кордони між ними умовні. Оскільки швидкість поширення випромінювання (в вакуумі) постійна, то частота його коливань жорстко пов'язана з довжиною хвилі в вакуумі.

Таблиця 1.1 – Частотні діапазони електромагнітного випромінювання

Назва діапазона		Довжина хвиль, λ	Частоти, ν	Джерела
Радіохвилі	Наддовгі	більше 10 км	менше 30 кГц	Атмосферні та магнітосферні явища. Радіозв'язок
	Довгі	10 км — 1 км	30 кГц — 300 кГц	
	Середні	1 км — 100 м	300 кГц — 3 МГц	
	Короткі	100 м — 10 м	3 МГц — 30 МГц	
	Ультракорткі	10 м — 1 мм	30 МГц — 300 ГГц	
Інфракрасне випромінювання		1 мм — 780 нм	300 ГГц — 429 ТГц	Випромінювання молекул і атомів при теплових і електричних впливах
Видиме (оптичне) випромінювання		780—380 нм	429 ТГц — 750 ТГц	
Ультрафіолетове		380 — 10 нм	$7,5 \cdot 10^{14}$ Гц — $3 \cdot 10^{16}$ Гц	Випромінювання атомів під впливом прискорених електронів
Рентгенівське		10 нм — 5 пм	$3 \cdot 10^{16}$ — $6 \cdot 10^{19}$ Гц	Атомні процеси при впливі прискорених заряджених частинок
Гамма		менше 5 пм	більше $6 \cdot 10^{19}$ Гц	Ядерні і космічні процеси, радіоактивний розпад.

Виходячи з наведеної таблиці, в залежності від частоти коливання (довжини хвилі) виділяться наступні електромагнітні коливання, звані радіочастотними (табл. 1.2) [1].

Ультракорткі радіохвилі прийнято розділяти на метрові, дециметрові, сантиметрові, міліметрові і субміліметрові (мікрометрові). Хвилі з довжиною $\lambda < 1$ м ($\nu > 300$ МГц) прийнято також називати мікрохвилями або хвилями надвисоких частот (НВЧ) (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Радіочастотний діапазон

Номер діапазона	Діапазон частот	Вид радіоволн	Вид радіочастот
3	0,3...3 кГц	гектокілометровые	інфранизькі частоти (ІНЧ)
4	3...30 кГц	міриаметровые	очень низькі частоти (ОНЧ)
5	30...300 кГц	кілометровые	низькі частоти (НЧ)
6	0,3...3 МГц	гектометровые	середні частоти (СЧ)
7	3...30 МГц	декаметровые	високі частоти (ВЧ)
8	30...300 МГц	метровые	очень високі частоти (ОВЧ)
9	0,3...3 ГГц	дециметровые	ультрависокі частоти (УВЧ)
10	3...30 ГГц	сантиметровые	сверхвисокі частоти (СВЧ)
11	30...300 ГГц	міліметровые	крайне високі частоти (КВЧ)

Через великі значення довжини хвилі - λ , поширення радіохвиль можна розглядати без урахування атомістичної будови середовища. Виняток становлять лише найкоротші радіохвилі, що примикають до інфрачервоної ділянки спектра. У радіодіапазоні слабо позначаються і квантові властивості випромінювання, хоча їх все ж доводиться враховувати, зокрема, при описі квантових генераторів і підсилювачів сантиметрового і міліметрового діапазонів, а також молекулярних стандартів частоти і часу, при охолодженні апаратури до температур в декілька кельвінів.

Радіохвилі виникають при протіканні по провідникам змінного струму відповідної частоти. І навпаки, електромагнітна хвиля, що проходить в просторі, збуджує в провіднику відповідний їй змінний струм. Ця властивість використовується в радіотехніці при конструюванні антен. Природним джерелом хвиль цього діапазону являються грози.

Видиме, інфрачервоне і ультрафіолетове випромінювання становить так звану оптичну область спектра в широкому сенсі цього слова. Виділення такої області обумовлено не тільки близькістю відповідних ділянок спектра, а й схожістю приладів, що застосовуються для її дослідження і розроблених історично головним чином при вивченні видимого світла (лінзи і дзеркала для

фокусування випромінювання, призми, дифракційні ґрати, інтерференційні прилади для дослідження спектрального складу випромінювання і інше.) [2].

Частоти хвиль оптичної області спектра вже можна порівняти з власними частотами атомів і молекул, а їх довжини - з молекулярними розмірами і міжмолекулярними відстанями. Завдяки цьому в цій області стають істотними явища, обумовлені атомістичним будовою речовини. З цієї ж причини, поряд з хвильовими, проявляються і квантові властивості світла.

Найвідомішим джерелом оптичного випромінювання є Сонце. Його поверхня (фотосфера) нагріта до температури 6000 градусів за Кельвіном і світить яскраво-білим світлом (максимум безперервного спектра сонячного випромінювання розташований в «зеленій» області 550 нм, де знаходиться і максимум чутливості ока). Саме тому, що ми народилися біля такої зірки, цю ділянку спектра електромагнітного випромінювання безпосередньо сприймається нашими органами чуття.

Випромінювання оптичного діапазону виникає, зокрема, при нагріванні тіл (інфрачервоне випромінювання називають також тепловим) через тепловий рух атомів і молекул. Чим сильніше підігріте тіло, тим вище частота, на якій знаходиться максимум спектра його випромінювання. При певному нагріванні тіло починає світитися в видимому діапазоні (каління), спочатку червоним кольором, потім жовтим і так далі. І навпаки, випромінювання оптичного діапазону спричиняє на тіла тепловий вплив [3].

Оптичне випромінювання може створюватися і реєструватися в хімічних і біологічних реакціях. Одна з найвідоміших хімічних реакцій, які є приймачем оптичного випромінювання, використовується в фотографії. Джерелом енергії для більшості живих істот на Землі є фотосинтез - біологічна реакція, що протікає в рослинах під дією оптичного випромінювання Сонця.

Іонізуюче електромагнітне випромінювання. До цієї групи традиційно відносять рентгенівське і гамма-випромінювання, хоча, строго кажучи, іонізувати атоми може і ультрафіолетове випромінювання, і навіть видиме світло. Межі областей рентгенівського і гамма-випромінювання можуть бути

визначені лише вельми умовно. Для загального орієнтування можна прийняти, що енергія рентгенівських квантів лежить в межах 20 eV - 0,1 MeV, а енергія гамма-квантів - більше 0,1 MeV. У вузькому сенсі гамма-випромінювання випускається ядром, а рентгенівське - атомної електронною оболонкою при вибиванні електрона з низьколежачих орбіт, хоча ця класифікація непридатна до жорсткого випромінювання, що генерується без участі атомів і ядер (наприклад, синхротронного ілітормозного випромінювання).

Т.ч., в області рентгенівського і гамма-випромінювання на перший план виступають квантові властивості випромінювання. Рентгенівське випромінювання виникає при гальмуванні швидких заряджених частинок (електронів, протонів та ін.), А також в результаті процесів, що відбуваються всередині електронних оболонок атомів. Гамма-випромінювання з'являється в результаті процесів, що відбуваються всередині атомних ядер, а також в результаті перетворення елементарних частинок [2].

В цілому, поширення електромагнітних хвиль, тимчасові залежності електричного і магнітного полів, визначаючий тип хвиль (плоскі, сферичні і ін.), вид поляризації та інші особливості залежать від джерела випромінювання і властивостей середовища.

Електромагнітні випромінювання різних частот взаємодіють з речовиною також по-різному. Процеси випромінювання і поглинання радіохвиль зазвичай можна описати за допомогою співвідношень класичної електродинаміки; а ось для хвиль оптичного діапазону і, тим більше, жорстких променів (рентгенівські, гамма-) необхідно враховувати вже їх квантову природу.

Говорячи про електромагнітне забруднення навколишнього середовища, мається на увазі все ж більше вплив від волн радіочастотного діапазону.

1.2 Природні і техногенні джерела електромагнітного випромінювання

Залежно від природи розрізняють натуральні (природні) і техногенні джерела електромагнітного випромінювання.

До основних природних джерел ЕМВ відносяться:

- 1). Радіовипромінювання Сонця і галактик (реліктове випромінювання, рівномірно поширене у Всесвіті);
- 2). Електричне і магнітне поля Землі;
- 3) атмосферна електрика [1].

Частотний діапазон радіовипромінювання Сонця і галактик досить широкий - від 10 МГц до 10 ГГц. Інтенсивність сонячного радіовипромінювання безпосередньо пов'язана з сонячною активністю. Потік радіовипромінювання з галактик на частоті 100 МГц визначається по порядку величини $\text{Вт/м}^2 / \text{МГц}$.

Інтенсивність цих радіовипромінювань змінюється з добовою періодичністю, що пов'язано з обертанням Землі щодо джерел випромінювань. Крім того, радіовипромінювання змінюються за інтенсивністю з періодичністю 27-28 днів, пов'язаною з обертанням Сонця, і, нарешті, з 11-річною періодичністю сонячної активності.

Геоманітне поле.

Земля має магнітне поле, неоднорідне за своєю структурою і динамічними властивостями. За класифікацією Б.М.Яновського [1], геоманітне поле є сумою декількох полів:

- поля, створеного однорідною намагніченністю земної кулі;
- поля, створеного неоднорідністю глибоких шарів земної кулі, материкового поля;
- поля, обумовленого різною намагніченністю верхніх частин кори, аномального поля;
- поля, джерело якого знаходиться поза Землею, зовнішнього поля;
- поля варіацій, викликаного причинами, що лежать поза Землею.

Геоманітне поле може спотворюватися, при цьому виникають аномалії:

- Материкові, площа яких порівнянна з континентами;
- Регіональні, що займають площу в десятки або сотні квадратних кілометрів;

- Локальні - виникають там, де магнітні породи залягають у поверхні Землі.

Магнітне поле Землі утворює магнітосферу - область навколоземного простору, фізичні властивості, форма і розміри якої визначаються магнітним полем Землі і його взаємодією з потоком заряджених частинок від Сонця. Магнітосфера тягнеться на 70-80 тис. км в напрямку до Сонця і на багато мільйонів кілометрів в протилежному напрямку. Магнітне поле за формою нагадує поле диполя, центр якого зміщений відносно центру Землі, вісь нахилена до осі Землі на 11,5 а. Середня величина магнітної індукції поблизу земної поверхні становить приблизно $5 * 10^{-5}$ Тл, а на екваторі (широта 0°) - $3,1 * 10^{-5}$ Тл, а напруженість магнітного поля спадає від магнітних полюсів (0,66 Е) Ерстед до магнітного екватору (0,34 Е). Середня напруженість поля на поверхні Землі становить близько 0,5 Е. В деяких районах (в так званих районах магнітних аномалій) напруженість різко зростає [3].

Геомагнітне поле складається з постійного і змінного полів. Змінне геомагнітне поле може змінюватися - це спокійні й збурені варіації, амплітуди і фази яких змінюються протягом доби і протягом року в залежності від сонячної активності; це геомагнітні пульсації - електромагнітні хвилі дуже низької частоти, що спостерігаються на поверхні Землі. Отже, магнітне поле Землі знаходиться в безперервному змінненні, складність якого відображають зміни різних параметрів. Питання про біологічну значущість геомагнітного поля дискусійне. Дослідження показали, що коливання функціонально-динамічних параметрів живих організмів не випадкові, а впорядковані. Порівняльний аналіз виявив наявність синхронності і синфазності найрізноманітніших проявів життєдіяльності в біосфері.

Вплив на живі організми електромагнітного поля Землі в певній мірі проявляється через стан т.зв. «решіток» силових ліній останнього, званих - сітки Хартмана (сітки меридіан-паралельного напрямку), що утворює осередки типу прямокутника, і діагональної сітки Кюрі (напрямки північний захід на південний схід і північний схід на південний захід), що утворює осередки

ромбовидної форми. Сітки являють собою регулярний ряд окремих паралельних вертикальних стін, що починаються від силових ліній на поверхні землі, висоти їх безкрайні [4,5]. На думку вчених, сітки здійснюють взаємодію (енергообмін) між космічними випромінюваннями і магнітним полем Землі. Для живих організмів знаходження в вузлах цих сіток (в місцях перетину силових ліній), званих геопатогенними зонами, представляється несприятливим. Крім вузлів сіток Хартмана і Кюрі в поняття геопатогенних зон входять також місця аномалій в земній корі (тріщини, розломи, підземні річки і т.ін.), де також є потужні телуричні випромінювання, що негативно діють на живі організми.

Електричне поле Землі.

В атмосфері Землі існує електричне поле (ЕП), спрямоване вертикально до земної поверхні так, що ця поверхня заряджена негативно, а верхні шари атмосфери - позитивно. Напруженість цього поля залежить від географічної широти: вона максимальна в середніх широтах, а до екватора і полюсів зменшується. Зі збільшенням відстані від поверхні Землі ЕП зменшується приблизно за експоненціальним законом (біля 5 В/м на висоті 9 км).

Величина ЕП відчуває періодичні річні і добові зміни. Добові зміни носять як загальнопланетарній, так і місцевий характер. Над різними за широтою областями океану і в полярних областях добова зміна ЕП відбувається за єдиним універсальним часом і називається унітарною варіацією. Ця варіація пов'язана з сумарною грозовою діяльністю по Земній кулі, що зазнає такі ж добові зміни. Над іншими областями суші добова зміна ЕП пов'язана ще і з місцевою грозовою діяльністю і може значно варіювати в залежності від пори року [3].

З електричним полем землі тісно пов'язана атмосферна електрика, а з останньою, в свою чергу, поняття атмосфериків.

Атмосфериками називають ЕМП, що створюються атмосферними розрядами. Частотний діапазон атмосфериків широкий - від сотень герц до десятків мегагерц. Їх інтенсивність максимальна на частотах поблизу 10 кГц і

зменшується в міру зростання частоти. У районах, близьких до місць грозових розрядів, напруженості електричної складової ЕМП атмосфериків - порядку десятків, сотень і навіть тисяч В/м на частотах, близьких до 10 кГц.

Основними очатами атмосфериків є континенти тропічного поясу, а до високих широт інтенсивність грозової діяльності убуває.

Відома добова і сезонна періодичність грозової діяльності. Гроза діяльність пов'язана також з сонячною активністю: під час спалахів на Сонці атмосферіки значно посилюються.

В епоху науково-технічного прогресу людство створює і все ширше використовує штучні (антропогенні) джерела ЕМП. У наш час біологічний вплив ЕМП антропогенного походження, що значно перевищує природний фон, і є тим несприятливим фактором, вплив якого на людину і навколишнє середовище рік за роком зростає [6].

Техногенні джерела ЕМП можна розділити на наступні групи:

- системи виробництва, передачі, розподілу та споживання електроенергії постійного і змінного струму (0-3 кГц): електростанції, лінії електропередачі (ЛЕП), трансформаторні підстанції, системи електропостачання, побутові прилади;

- транспорт на електроприводі (0-3 кГц): залізничний транспорт і його інфраструктура, міський транспорт - метрополітен, тролейбуси, трамваї і т. ін. - є відносно потужним джерелом магнітного поля в діапазоні частот від 0 до 1000 Гц;

- функціональні передавачі: радіомовні станції низьких частот (30 - 300 кГц), середніх частот (0,3 - 3 МГц), високих частот (3 - 30 МГц) і надвисоких частот (30 - 300 МГц); телевізійні передавачі; базові станції систем рухомого (в т. ч. сотового) радіозв'язку; наземні станції космічного зв'язку; радіорелейні станції; радіолокаційні станції і т. п., системи виробництва, передачі, розподілу та споживання електроенергії постійного і змінного струму і т.ін.

Згідно з міжнародною регламентацією, електромагнітний спектр до 3 ТГц ділиться на 12 частотних діапазонів.

Приблизний перелік видів телекомунікаційної діяльності та устаткування, які є причиною насичення навколишнього середовища електромагнітною енергією в різних діапазонах наступний [7]:

- до 300 Гц (до 1000 км) - статичні поля різного походження, енергетичні установки, лінії електропередачі, відеодисплейні термінали;

- 0,3 ... 3 кГц (1000 ... 100 км) - модулятори радіопередавачів, медичні прилади, електричні печі індукційного нагріву, загартовування, зварювання, плавлення, очищення;

- 3 ... 30 кГц (100 ... 10 км) - засоби зв'язку на ДНЧ, системи радіонавігації, модулятори радіопередавачів, медичні прилади, електричні печі індукційного нагріву, загартовування, зварювання, плавлення, очищення;

- 30 ... 300 кГц (10 ... 1 км) - радіомовлення, радіонавігації, морський й авіаційний зв'язок, засоби зв'язку на НЧ, радіолокація, відеодисплейні термінали, електрофорез, індукційний нагрів і плавлення металу;

- 0,3 ... 3 МГц (1 ... 0,1 км) - радіомовлення, зв'язок, радіонавігації, морська радіотелефонія, аматорський радіозв'язок, індустриальні радіочастотні прилади, передавачі з амплітудною модуляцією, зварювальні апарати, виробництво напівпровідникових матеріалів, медичні прилади;

- 3 ... 30 МГц (100 ... 10 м) - радіомовлення, аматорський радіозв'язок, глобальна зв'язок, ВЧ терапія, магнітні резонансні збудники, діелектричний нагрів, сушка та склейка дерева, плазмові нагрівачі;

- 30 ... 300 МГц (10 ... 1 м) - рухомий зв'язок, нагрів, частотно-модульоване радіомовлення, телевізійне мовлення, швидка допомога, діелектричний нагрів, магнітні резонансні збудники, зварювання пластмас, плазмовий нагрів;

- 0,3 ... 3 ГГц (100 ... 10 см) - радіорелейні лінії, рухомий зв'язок, радіолокація, радіонавігація, телевізійне мовлення, мікрохвильові печі, медичні прилади, плазмовий нагрів, прискорювачі часток;

- 3 ... 30 ГГц (10 ... 1 см) - радіолокація, супутниковий зв'язок, рухомий зв'язок, метеорологічні локатори, радіорелейні лінії, захисна сигналізація, плазмовий нагрів, установки термоядерного синтезу;

- 30 ... 300 ГГц (10 ... 1 мм) - радіолокація, супутниковий зв'язок, радіорелейні лінії, радіонавігації.

На деяких з видів техногенних джерел ЕМВ слід зупинитися більш докладно.

1) Лінії електропередачі.

Дроти лінії електропередачі, що працює (ЛЕП) створюють в прилеглому просторі електричне та магнітне поля промислової частоти. Відстань, на яку поширюються ці поля від проводів лінії, досягає десятків метрів.

Дальність розповсюдження електричного поля залежить від класу напруги ЛЕП (цифра, що позначає клас напруги стоїть в назві - наприклад, ЛЕП 220 кВ), чим вище напруга - тим більше зона підвищеного рівня електричного поля, при цьому розміри зони не змінюються протягом часу роботи лінії електропередачі.

Дальність розповсюдження магнітного поля залежить від величини струму, що протікає або від навантаження лінії. Оскільки навантаження ЛЕП може неодноразово змінюватися як протягом доби, так і зі зміною сезонів року, розміри зони підвищеного рівня магнітного поля також змінюються.

Межі санітарно-захисних зон для ліній електропередачі на діючих лініях визначаються за критерієм напруженості електричного поля - 1 кВ / м [6].

До розміщення повітряних ліній ультрависоких напружень (750 і 1150 кВ) висуваються додаткові вимоги за умовами впливу електричного поля на населення. Так, найближча відстань від осі проєктованих повітряних ліній електропередачі 750 і 1150 кВ до меж населених пунктів повинна бути, як правило, не менше 250 і 300 м відповідно.

2) Побутові електроприлади.

Найбільш потужними з даної групи джерел ЕМВ слід визнати НВЧ-печі, аерогрилі, холодильники з системою «без інею», кухонні витяжки,

електроплити, телевізори, комп'ютери. Реально створюване ЕМП в залежності від конкретної моделі і режиму роботи може сильно відрізнятися серед устаткування одного типу.

Так, найбільше випромінювання комп'ютера виходить не від монітора, а з боку задньої стінки. Всупереч усталеній думці, що ЕМВ не генерується ноутбуками, джерелом його є не електронно-променеві трубки і рідкокристалічні екрани, а перетворювачі напруги, схеми управління, пристрої, що формують інформацію та інші елементи апаратури. Всі наведені дані відносяться до магнітного поля промислової частоти 50 Гц.

Значення магнітного поля тісно пов'язані з потужністю приладу - чим вона вища, тим вище магнітне поле при його роботі. Значення електричного поля промислової частоти практично всіх електропобутових приладів не перевищують декількох десятків В/м на відстані 0,5м. Зростаюча різноманітність побутової техніки неминуче призводить до збільшення дози електромагнітних випромінювань в середовищі існування людини.

3). Велику групу техногенних джерел ЕМВ складають функціональні передавачі - радары, системи сотового і супутникового зв'язку, радіомовні станції і т.д [6,7].

а). Радари. Радіолокаційні системи працюють на частотах від 500 МГц до 15 ГГц, проте окремі системи можуть працювати на частотах до 100 ГГц. Створюваний ними ЕМ-сигнал принципово відрізняється від випромінювання інших джерел. Пов'язано це з тим, що періодичне переміщення антени в просторі призводить до просторової уривчастості опромінення. Тимчасова уривчастість опромінення обумовлена циклічністю роботи радіолокатора на випромінювання. Час напрацювання в різних режимах роботи радіотехнічних засобів може обчислюватися від декількох годин до доби. Так, у метеорологічних радіолокаторів з тимчасовою переривчастістю 30 хв - випромінювання, 30 хв - пауза сумарне напрацювання не перевищує 12 год, в той час як радіолокаційні станції аеропортів в більшості випадків працюють цілодобово. Ширина діаграми спрямованості в горизонтальній площині

зазвичай становить кілька градусів, а тривалість опромінення за період огляду становить десятки мілісекунд.

Радари метрологічні можуть створювати на видаленні 1 км ЩПЕ ~ 100 Вт/м² за кожен цикл опромінення. Радіолокаційні станції аеропортів створюють ЩПЕ $\sim 0,5$ Вт/м² на відстані 60 м. Морське радіолокаційне обладнання встановлюється на всіх кораблях, зазвичай воно має потужність передавача на порядок меншу, ніж у аеродромних радарів, тому в звичайному режимі сканування ЩПЕ, що створюється на відстані декількох метрів, не перевищує 10 Вт/м².

Зростання потужності радіолокаторів різного призначення і використання гостронаправлених антен кругового огляду призводить до значного збільшення інтенсивності ЕМВ ДВЧ-діапазону і створює на місцевості зони великої протяжності з високою щільністю потоку енергії. Найбільш несприятливі умови відзначаються в житлових районах міст, в межах яких розміщуються аеропорти [7].

б). Сотовий зв'язок. Основними елементами системи сотового зв'язку є базові станції (БС) і мобільні радіотелефони. Базові станції підтримують радіозв'язок з мобільними радіотелефонами, внаслідок чого БС і телефони є джерелами електромагнітного випромінювання в УВЧ діапазоні.

Важливою особливістю системи сотового радіозв'язку є вельми ефективно використання системи радіочастотного спектру, що виділяється для роботи (багаторазове використання одних і тих же частот, застосування різних методів доступу), що робить можливим забезпечення телефонним зв'язком значного числа абонентів. У роботі системи застосовується принцип поділу деякої території на зони, або "соти", радіусом зазвичай 0,5-10 кілометрів.

Базові станції підтримують зв'язок з розташованими в їх зоні дії мобільними радіотелефонами і працюють в режимі прийому і передачі сигналу. Залежно від стандарту, БС випромінюють електромагнітну енергію в діапазоні частот від 463 до 1880 МГц.

БС є видом передавальних радіотехнічних об'єктів, потужність випромінювання яких (завантаження) не є постійною 24 години на добу. Завантаження визначається наявністю власників сотових телефонів в зоні обслуговування конкретної базової станції та їхнім бажанням скористатися телефоном для розмови, що, в свою чергу, докорінно залежить від часу доби, місця розташування БС, дня тижня та ін. У нічні години завантаження БС практично дорівнює нулю.

Мобільний радіотелефон являє собою малогабаритний приймач. Залежно від стандарту телефону, передача ведеться в діапазоні частот 453 - 1885 МГц. Потужність випромінювання телефону є величиною змінною, в значній мірі залежить від стану каналу зв'язку «мобільний радіотелефон - базова станція», тобто, чим вище рівень сигналу БС у місці прийому, тим менше потужність випромінювання апарату. Максимальна потужність знаходиться в межах 0,125-1 Вт, однак в реальній обстановці вона зазвичай не перевищує 0,05 - 0,2 Вт [6,8].

в). Супутниковий зв'язок. Системи супутникового зв'язку складаються з приймально-передавальної станції на Землі і супутника, що знаходиться на орбіті. Діаграма спрямованості антени станцій супутникового зв'язку має яскраво виражений вузькоспрямований основний промінь - головний пелюсток. Щільність потоку енергії (ЩПЕ) в головному пелюстку діаграми спрямованості може досягати декількох сотень $\text{Вт}/\text{м}^2$ поблизу антени, створюючи також значні рівні поля на великій відстані. Наприклад, станція потужністю 225 кВт, що працює на частоті 2,38 ГГц, створює на відстані 100 км ЩПЕ рівню $2,8 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Однак розсіювання енергії від основного променя дуже невелике і відбувається найбільше в районі розміщення антени.

г). Теле- і радіостанції. Радіоцентри передачі розміщуються в спеціально відведених для них зонах і можуть займати досить великі території (до 1000 га). За своєю структурою вони включають в себе одну або декілька технічних будівель, де знаходяться радіопередавачі, і антенні поля, на яких розташовуються до декількох десятків антенно-фідерних систем (АФС). АФС

включає в себе антену, що служить для вимірювання радіохвиль, і фідерну лінію, що підводить до неї високочастотну енергію, що генерується передавачем.

Зону можливого несприятливого впливу ЕМП, що створюються радіоцентром, можна умовно розділити на дві частини.

Перша частина зони - це власне територія радіоцентру, де розміщені всі служби, що забезпечують роботу радіопередавачів і АФС. Це територія охороняється і на неї допускаються тільки особи, професійно пов'язані з обслуговуванням передавачів, комутаторів і АФС. Друга частина зони - це прилеглі до радіоцентру території, доступ на які не обмежений і де можуть розміщуватися різні житлові споруди, в цьому випадку виникає загроза опромінення населення, що знаходиться в цій частині зони [7].

Розташування радіоцентрів може бути різним, наприклад, у великих містах характерно розміщення в безпосередній близькості або серед житлової забудови. Високі рівні ЕМП спостерігаються на територіях, а нерідко і за межами розміщення передавальних радіоцентрів низької, середньої і високої частоти. Детальний аналіз електромагнітної обстановки на територіях радіоцентрів свідчить про її крайню складність, пов'язану з індивідуальним характером інтенсивності і розподілу ЕМП для кожного радіоцентру. У зв'язку з цим спеціальні дослідження такого роду проводяться для кожного окремого радіоцентру.

Широко розповсюдженими джерелами ЕМВ в населених місцях в даний час є радіотехнічні передавальні центри, що випромінюють в навколишнє середовище ультракороткі хвилі НВЧ і УВЧ-діапазонів.

Радіостанції довгих хвиль (ДХ) (частоти 30 - 300 кГц).

У цьому діапазоні довжина хвиль відносно велика (наприклад, 2000 м для частоти 150 кГц). На відстані однієї довжини хвилі або менше від антени поле може бути досить великим, наприклад, на відстані 30 м від антени передавача потужністю 500 кВт, що працює на частоті 145 кГц, електричне поле може бути вище 630 В/м, а магнітне - вище 1, 2 А/м.

Радіостанції середніх хвиль (СХ) (частоти 300 кГц - 3 МГц).

Дані для радіостанцій цього типу говорять, що напруженість електричного поля на відстані 200 м може досягати 10 В/м, на відстані 100 м - 25 В/м, на відстані 30 м - 275 В/м (наведені дані для передавача потужністю 50 кВт).

Радіостанції коротких хвиль (КХ) (частоти 3 - 30 МГц).

Передавачі радіостанцій КХ мають зазвичай меншу потужність. Однак вони частіше розміщуються в містах, можуть бути розміщені навіть на дахах житлових будинків на висоті 10-100 м. Передавач потужністю 100 кВт на відстані 100 м може створювати напруженість електричного поля 44 В/м і магнітного поля 0,12 А/м.

Д). Телевізійні передавачі [7].

Телевізійні передавачі розташовуються, як правило, в містах. Передавальні антени розміщуються зазвичай на висоті вище 110 м. З точки зору оцінки впливу на здоров'я інтерес представляють рівні поля на відстані від декількох десятків метрів до декількох кілометрів. Типові значення напруженості електричного поля можуть досягати 15 В/м на відстані 1 км від передавача потужністю 1 МВт. В Україні в даний час проблема оцінки рівня ЕМВ телевізійних передавачів особливо актуальна у зв'язку з різким зростанням числа телевізійних каналів і передавальних станцій.

До особливих техногенних джерел ЕМВ відносяться системи використання іоносфери і розвитку протиповітряної і протиракетної оборони.

Так, система з численних антен HAARP на Алясці (180 антен) призначена для дослідження високочастотних активних атмосферних явищ, фізичних і електричних властивостей іоносфери, що впливають на військові і цивільні системи зв'язку і навігації, умови здійснення протиповітряної і протиракетної оборони. Система HAARP на Алясці з'єднана з 36 станціями, розташованими в різних частинах планети. Система дає високочастотне випромінювання, яке може змінювати властивості верхніх шарів атмосфери, переривати зв'язок, порушувати роботу електросистем, викликати небезпечні

прояви електромагнітних впливів на людину і біоекосистеми. Існує думка, що подібні випромінювальні пристрої можуть бути використані в якості геофізичного зброї.

Транспорт на електроприводі, як було зазначено вище, може бути потужним джерелом електромагнітних випромінювань в діапазоні частот від 0 до 100 Гц. Максимальні значення магнітної індукції в приміських електричках відзначаються в межах 75 мкТл при середньому значенні 20 мкТл. Найбільші величини електромагнітних впливів відзначаються в метрополітені. При відправленні потягу величина електромагнітного поля на платформі становить 50-100 мкТл і більше. У самому вагоні при цьому відзначається величина магнітної індукції до 150-200 мкТл, тобто в 10 разів більше, ніж в електричці [7].

Вплив автомобільного транспорту на формування ЕМВ прямо залежить від зростання кількості автомобілів в межах міських територій. В даний час частка електромагнітного випромінювання від автомобільного руху в містах складає від 18 до 32% і безперервно зростає, чому сприяє підвищення щільності автомобілів на обмеженому тісному просторі вулиць, особливо в ситуації, що склалась у містобудівній структурі старих міст.

2 ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ТА ДОВКІЛЛЯ

На відміну від природних джерел ЕМВ, до яких біологічні організми адаптувалися в процесі еволюції або виробили системи протидії всі діапазони техногенних ЕМВ інтенсивно впливають на здоров'я людей і стан природного середовища. Високий ступінь їх небезпеки посилюється тим, що наслідки можуть проявлятися після сплину досить тривалого часу і негативно впливати на стан імунної та генетичної стійкості поколінь.

На можливість несприятливого впливу на організм людини електромагнітних полів (ЕМП) було звернуто увагу ще в кінці 40-х років. Однією з особливостей дії електромагнітного випромінювання на людину є його візуальна неспостережність і відсутність зовнішніх ознак впливу протягом довгого часу. Можливо тільки теплове відчуття в безпосередній близькості від джерела великої потужності. Залежно від параметрів ЕМВ (потужність, частота, напруженість) його вплив на людину може відбуватися на відстанях від декількох десятків метрів до декількох кілометрів [1].

Встановлено, що всі діапазони електромагнітних випромінювань впливають на здоров'я і працездатність людей, причому наслідки цього впливу можуть проявлятися не відразу. Слід також зазначити, що переважна більшість процесів, які відбуваються в організмі людини, так чи інакше пов'язане з природними електричними і магнітними полями, і кожен орган відчуває дію свого електромагнітного поля певної інтенсивності і індивідуальності. Ці поля до певної міри надають позитивний вплив на роботу органів. Втручання сторонніх техногенних електромагнітних випромінювань, як правило, різної інтенсивності, ставить організм в умови небезпеки, «збиває» нормальне функціонування і перебудовує роботу біохімічних процесів на клітинному рівні.

При цьому ЕМВ впливає на процеси управління і взаємозв'язку між системами, клітинами і молекулами, відбувається зміна звичайного біологічного ритму, спотворення нормального інформаційного рівня в окремих системах організму. Особливо це позначається на стані клітин головного мозку, вплив на які електромагнітних випромінювань може привести до загального зниження імунітету і до розвитку нервово-психічних, серцево-судинних, репродуктивних, онкологічних захворювань.

Сутність впливу ЕМП залежить від [6]:

- діапазону частот;
- інтенсивності і тривалості дії;
- характеру випромінювання (безперервне або модульоване);
- режиму опромінення;
- розмірів тіла;
- індивідуальних особливостей організмів і т.ін.

ЕМП можуть викликати:

- 1). Функціональні несприятливі ефекти в організмі;
- 2). Біологічні несприятливі ефекти в організмі.

1). Функціональні ефекти виражаються в передчасній стомлюваності, головних болях, порушенні сну, функцій серцево-судинної і нервової систем. Тривалий та інтенсивний вплив ЕМП призводить до стійких порушень і захворювань [9].

Так, в результаті обстеження людей, що працюють в умовах впливу ЕМП значної інтенсивності, було показано, що найбільш чутливими до даного впливу є нервова і серцево-судинна система. Описано зміни кровотворення, порушення з боку ендокринної системи, метаболічних процесів, захворювання органів зору. Було встановлено, що клінічні прояви впливу радіохвиль найбільш часто характеризуються астеничними і вегетативними реакціями.

В умовах тривалого професійного опромінення з періодичним підвищенням гранично допустимих рівнів (ГДР) у частини людей відзначали

функціональні зміни в органах травлення, що виражаються в зміні секреції і кислотності шлункового соку, а також в явищах дискінезії кишечника.

Вважається, що найбільш небезпечним є придушення функцій центральною нервовою системою з роздратуванням клітин головного мозку і чутливих закінчень нервів-рецепторів в органах і шкірних покривах. Ці порушення зникають через 2-3 тижні після припинення електромагнітного випромінювання. Систематичний вплив викликає не тільки стійкі наслідки, але призводить до виникнення небезпечних захворювань.

Дослідження по виявленню впливів електромагнітних випромінювань на людину свідчать про наступні факти. Електромагнітні випромінювання, крім уже згаданих станів, можуть викликати [9,10]:

- уповільнення ритму серцебиття і зниження кров'яного тиску, головні болі, загальну слабкість, тривожний сон;
- появи пульсацій і звукових імпульсів в області потилиці і в скроневій ділянці голови;
- зміни емоційного настрою, підвищення дратівливості, зміну свідомості і навіть часткову втрату пам'яті;
- появу непередбачуваною агресивності і непереборного бажання з'ясовувати стосунки з собі подібними при наявності безпричинності і ін.

Існує гіпотеза про те, що деякі віруси, що спочатку мають нейтральне ставлення до середовища органів людини, перетворюються під впливом факторів зовнішнього середовища (випромінювання, радіації та ін.) в віруси найнебезпечніших інфекцій, наприклад, СНІДу.

Таким чином, до окремих захворювань, які можуть виникати внаслідок впливу електромагнітного випромінювання можна віднести [11]:

а). небезпечні для життя Хвороби:

(Хвороба Альцгеймера, рак мозку (дорослий і дитина), рак молочної залози (чоловік і жінка), депресія (з суїцидальними нахилами), Хвороба серця, Лейкемія (дорослий і дитина), викидні);

б). Інші стани:

(Алергії, аутизм, підвищений кров'яний тиск, електрочутливість, головні болі, гормональні зміни, пошкодження імунної системи, пошкодження нервової системи, порушення сну, аномалія сперми).

2). Біологічно несприятливі ефекти впливу ЕМП проявляються в тепловому і нетепловому впливах.

Встановлено, що найбільш небезпечними для людини є, як не дивно, слабкі і надслабкі складові електромагнітних випромінювань в діапазоні високих частот від 10 ГГц і вище. Ці складові генеруються багатьма видами сучасних електронних приладів. Подібний висновок впливає з наступних тверджень.

Тіло людини по відношенню до низькочастотних (<105 Гц) ЕМП має властивості провідника. Під дією зовнішнього поля в тканинах виникає струм провідності. Основними представниками вільних зарядів служать іони. Довжина електромагнітних хвиль низьких частот багаторазово перевершує розміри людського тіла, внаслідок чого весь організм піддається впливу таких хвиль. Однак ця дія на різні тканини неоднакова, оскільки вони відрізняються як за електричними властивостями, так і по чутливості до струму провідності. Дуже чутлива до нього нервова система. Під дією зовнішнього ЕМП частотою 10 Гц і напруженістю 10 Вм-1 в тканинах головного мозку активується поле, яке в 105 разів слабкіше зовнішнього [9].

Індукований струм провідності тече переважно по міжклітинній рідині, так як її опір багато менше опору клітинних мембран. Через плазмолемі нейронів протікає приблизно тисячна частка струму провідності, наведеного зовнішнім ЕМП.

Граничне значення струму провідності, що викликає збудження, залежить від частоти ЕМП. Струм з частотою вище 3 кГц, прикладений до шкіри людини, практично не збуджує його нерви і м'язи. При безпосередній дії на нерви і м'язи цей частотний рубіж відсувається до 200 кГц, але тканини на цій частоті збуджуються тільки сильним струмом. Підвищення струму провідності з ростом частоти зовнішнього ЕМП пов'язано, перш за все, з

інерційністю іонних каналів. При частоті більше 105 Гц їх воротні процеси не приводяться в дію. Тому високочастотні ЕМП не здатні порушити тканини організму [12].

Поглинання електромагнітної енергії живими тканинами супроводжується підвищенням їх температури, якщо потужність яка поглинається перевершує потужність розсіювання теплової енергії. Остання визначається тепловіддачею, яка здійснюється з поверхні тіла за допомогою випромінювання, конвекції, теплопровідності і випаровування вологи. Відведення теплової енергії від глибоких тканин до поверхні тіла забезпечується кровообігом. Механізми тепловіддачі функціонують в організмі безперервно, оскільки йому властивий постійний високий рівень виробництва теплоти в ході обміну речовин. Тому помітне підвищення температури живих тканин відбувається тільки в тому випадку, коли додаткове теплове навантаження (зокрема, під дією ЕМП) досягає не менше 70% метаболічної теплопродукції.

Таким чином, дія на організм низькочастотних ЕМП не викликає помітного нагрівання тканин, так як тепла енергія, що поглинається при цьому тканинами, менше метаболічної теплопродукції, тобто поглинання електромагнітної енергії живими тканинами супроводжується підвищенням їх температури, якщо потужність яка поглинається перевершує потужність розсіювання теплової енергії. Основний ефект від впливу ЕМП таких частот на організм пов'язаний з порушенням тканин організму, або його окремих органів.

За даними ряду досліджень, виявлено позитивний зв'язок між низькочастотним електромагнітним випромінюванням і розвитком пухлин. Однак ця картина виявляється не у всіх дослідженнях. Найбільш виражений ефект ЕМП в розвитку лейкозу у дітей та лейкозу і пухлин мозку у дорослих людей, які на роботі опромінюються цими полями [13].

Особливо небезпечні наднизькочастотні поля, а також детектовані високо- і надвисокочастотні зі наднизькочастотною шкідливою модуляцією поля, що вивільняють активні вільні радикали. Вони діють на ДНК і РНК як

жорстка радіація і можуть викликати вкрай негативні віддалені наслідки, аж до виродження генотипу. Виявити ці ефекти безпосередньо вельми скрутно.

На відміну від реакцій організму на ЕМП низької частоти, високочастотні біологічні ефекти електромагнітних випромінювань обумовлені головним чином тепловою енергією, що виділяється в тканинах, які зазнали опромінення. Фізіологічні механізми тепловіддачі не компенсують теплопродукцію організму, яка відбувається під дією ЕМП високої частоти.

В діапазоні частот від 1,0 до 300 МГц механізми взаємодії ЕМП з організмом визначаються як струмом провідності, так і струмом зміщення, причому на частоті близько 1 МГц провідна роль належить струму провідності, а на частотах понад 20 МГц - струму зміщення. Обидва різновиди струму викликають нагрівання тканин. Тепловий ефект посилюється в міру зростання частоти зовнішнього поля. Високочастотний струм провідності (при частоті понад 105 Гц), на відміну від низькочастотного, не порушує нерви і м'язи. Струм зміщення також не викликає збудження.

Довжина хвилі на частотах від 1,0 до 3000 МГц перевершує розміри тіла людини. Такі поля можуть здійснювати як локальний, так і загальний вплив на нього. Характер впливу залежить від того, чи все тіло або частина його знаходиться в полі. На більш високих частотах (частота понад 3000 МГц) довжина хвилі менше розмірів тіла людини, що обумовлює тільки локальну дію ЕМП. Крім того, з підвищенням частоти зменшується глибина проникнення електромагнітних коливань в організм. Глибиною проникнення електромагнітного випромінювання в будь-яке середовище називають відстань, на якому амплітуда поля зменшується в e раз ($e = 2,718\dots$). Подолавши цей шлях, електромагнітна хвиля зберігає приблизно 13% своєї початкової інтенсивності. Глибина проникнення залежить не тільки від частоти зовнішнього ЕМП, а й від електричних властивостей тканин, в які воно проникає. Для жирової і кісткової тканин ця величина на порядок більше, ніж для м'язової [9].

Однак, слід зазначити, що тепловий ефект високочастотних полів використовується і як лікувальний засіб. Серед методів високочастотної електротерапії розрізняють діатермію, індуктотермію, НВЧ-терапію і мікрохвильову терапію.

При діатермії застосовують ЕМП частотою 0,5-2,0 МГц. Метод індуктотерапії заснований на застосуванні ЕМП частотою 10-15 МГц. Біологічний ефект (гіпертермія) визначається магнітною складовою ЕМП, що генерується апаратом індуктотермії. Під дією магнітного поля в тканинах виникають вихрові струми, що нагрівають об'єкт опромінення.

Для НВЧ-терапії застосовують ЕМП частотою 40-50 МГц. Як і при двох попередніх методах, пацієнт перебуває в зоні несформованої хвилі. Оскільки електроди мають форму пластини, біологічна дія обумовлена електричною складовою ЕМП, причому тепло утворюється під впливом як струму провідності, так і струму зміщення.

При мікрохвильовій терапії тепловий ефект створиться тільки струмом зміщення, який виникає в організмі людини під дією НВЧ випромінювань. Їх частотний діапазон знаходиться в межах від $3 \cdot 10^8$ до $3 \cdot 10^{11}$ Гц. Для фізіотерапевтичних процедур зазвичай користуються хвилями довжиною 12,7 см. Вони діють на людину в зоні сформованої хвилі. Тому тепловий ефект визначається інтенсивністю електромагнітного поля. Оскільки в частотний діапазон НВЧ випромінювань потрапляє характеристична частота релаксації води, то саме водні середовища організму поглинають енергію НВЧ полів найбільшою мірою. Оскільки хвилі НВЧ слабо взаємодіють зі шкірою і жировою клітковиною, а в м'язах і внутрішніх органах інтенсивно поглинаються. Тому м'язи і нутрощі зазнають найбільшого нагрівання при мікрохвильовій терапії. Багато тепла виділяється в рідинах, що заповнюють різні порожнини [9].

Характер подібного впливу слід враховувати в робочій обстановці, оскільки з НВЧ випромінюваннями доводиться мати справу не тільки в фізіотерапевтичному кабінеті.

Значну роль відіграють резонансні процеси, пов'язані з біологічними ритмами людини. Резонансне посилення або ослаблення цих ритмів, поява гармонік і субгармонік і результати перехресної модуляції в нелінійних елементах клітин можуть породжувати різноманітні психофізіологічні ефекти з негативними наслідками.

Серед безлічі електромагнітних явищ на особливу увагу заслуговують мікрохвильові випромінювання, причому найбільш істотний внесок в мікрохвильове забруднення навколишнього середовища вносять радіолокаційні та радіорелейні станції та інші об'єкти, робота яких заснована на генерації ЕМВ НВЧ-діапазону. У зв'язку з цим, у людей, які працюють на супутникових, радіо- і радіолокаційних станціях, можуть проявлятися головний біль, дратівливість, сонливість, ослаблення пам'яті і т.ін.

За величиною дози і характером опромінення виділяють гостре і хронічне ураження мікрохвильовими випромінюваннями (табл. 2.1). До гострих уражень відносять порушення, що виникають в результаті короткочасного впливу мікрохвиль щільністю потоку енергії (ЩПЕ), що викликає термогенним ефект. Хронічне ураження - результат тривалого впливу мікрохвильового випромінювання субтеплової ЩПЕ [14].

Таблиця 2.1 - Картина клінічних проявів впливу мікрохвиль на організм людини при різних інтенсивностях випромінювання

Інтенсивність мікрохвиль, мВт/см ²	Зміни що спостерігаються
600	Больові відчуття в період опромінення
200	Пригнічення окислювально-відновних процесів тканин
100	Підвищення артеріального тиску з наступним його зниженням, в разі хронічного впливу - стійка гіпотонія. Двостороння катаракта.
40	Відчуття тепла. Розширення судин. При опроміненні підвищення тиску на 20-30 мм рт.ст.
20	Стимуляція окислювально-відновних процесів тканин
10	Астенізація після 15 хв. опромінення, зміна біоелектричної активності мозку

Продовження табл. 2.1

8	Невизначені зрушення з боку крові із загальним часом опромінення 150 ч, зміна згортання крові
6	Електрокардіографічні зміни, зміни в рецепторному апараті
4-5	Зміна артеріального тиску при багаторазових опромінюваннях, нетривала лейкопенія, еритропенія
3-4	Ваготонічна реакція з симптомами брадикардія, уповільнення електропровідності серця
2-3	Виражений характер зниження артеріального тиску, збільшення частоти пульсу, коливання об'єму крові серця
1	Зниження артеріального тиску, тенденція до почастишання пульсу, незначні коливання об'єму крові серця. Зниження офтальмотонуса при щоденному впливі протягом 3,5 міс.
0,4	Слуховий ефект при впливі імпульсних ЕМВ
0,3	Деякі зміни з боку нервової системи при хронічному впливі протягом 5-10 років
0,1	Електрокардіографічні зміни
До 0,05	Тенденція до зниження артеріального тиску при хронічному впливі

При хронічному ураженні з боку серцево-судинної системи спостерігається нейроциркуляторна дистонія гіпертонічного типу, що супроводжується швидко прогресуючою коронарною недостатністю. У фахівців, які обслуговують електромагнітні пристрої, виявляється фазовий характер змін в системі периферичного кровообігу. У початковий період може відзначатися помірне зниження вмісту гемоглобіну та еритроцитів. Надалі ці показники наростають і іноді істотно перевищують норму. Кількість лейкоцитів в перший час має схильність до збільшення в порівнянні з нормою. Після семи - дев'яти років контакту з'являється тенденція до зниження лейкоцитів. У осіб зі стажем 7-12 років можлива стійка лейкопенія. У деяких змінюються показники згортання крові.

Біологічними дослідженнями встановлено, що найбільш чутливими до впливу ЕМП є: центральна нервова система, очі, гонади. При цьому можуть відбуватися порушення діяльності серцево-судинної, нейроендокринної, кровотворної, імунної систем та обмінних процесів. Дослідження показали, що статеві органи дуже чутливі до опромінення ЕМП. При цьому у чоловіків виявлено досить високий відсоток випадків імпотенції, зниження тестостерону

в крові. У жінок можуть спостерігатися порушення дітородної функції (токсикози вагітності, мимовільні викидні, патологія пологів) [9].

Організм людини небайдужий до локалізації ЕМ-енергії на певних органах (при експлуатації ручних радіотелефонів - це голова; портативних рацій - попереk або спина). Відзначається явна залежність біоефектів від інтенсивності поля, поляризації та напрямку хвиль, співвідношення розмірів органів і тіла людини з довжиною хвилі ЕМВ. Складність полягає в тому, що необхідно враховувати всю різноманітність факторів, що визначають кількість поглиненої ЕМ-енергії, діелектричні властивості тканин, геометрію, масу, орієнтацію біооб'єкту, поляризацію ЕМП, конфігурацію і характеристики джерела, експозицію, інтенсивність і частоту випромінювання, всі особливості генерації і поширення ЕМВ НВЧ.

Випромінювання на частоті 900 МГц, дозволеній для мобільних радіотелефонів, має особливо високу проникність, при цьому нерідко в голові виникає «ефект резонансу». Правда, відзначаються великі відмінності в індивідуальній чутливості, пов'язані з існуючою безліччю моделей, модифікацій радіотелефонів, що істотно відрізняються один від одного потужністю і довжиною хвилі.

Мішенню для СВЧ-випромінювання є молекула, що володіє електромагнітними властивостями. Це, перш за все, молекули води. Живий організм людини в основному, як відомо, (на 95% в дитинстві і на 60% в старості) складається з води. Всі речовини при розчиненні у воді утворюють гідратні оболонки. Слабкі ЕМП низької частоти змінюють метастабільні структури в воді, що різко знижує концентрацію іонів калію і веде до утворення активних вільних радикалів [15, 16].

ЕМ-енергія НВЧ-випромінювань, впливу на воду, перетворюється на теплову енергію та наступні біоефекти в клітинах і тканинах пов'язані з підвищенням їх температури локально, а потім і з розігріванням всього організму. Чим більше величина НВЧ-хвилі, тим глибше в тканинах тепловий опік. Підвищення температури викликає збудження терморцепторів.

Дратуються і механорецептори в осередку ураження через «об'ємний ефект» розігрітої тканинної рідини.

Одночасно з тепловим проявляється і резонансний ефект в руйнуванні молекул ДНК, РНК, зменшення ступеня зв'язування K^+ , Ca^{2+} та інших іонів. Змінюється проникність мембран для K^+ і Na^+ . Основний механізм впливу ЕМВ НВЧ на біологічні об'єкти визначається тим, що при $E=30$ кВ/м кожену секунду в клітку вводиться 10^4 іонів Na^+ і виводиться така ж кількість іонів K^+ , що вимагає підвищення витрати енергії [15].

Частка поглинання НВЧ-енергії водою складає: на частотах 1 ГГц - 50%, 10 ГГц - 90%, а при 30 ГГц - 98%. Ефект поглинання НВЧ-енергії клітинами і тканинами - теплова і нетеплова дія. Порушуються структура і функції нервової клітини, еритроцита, інших клітин. Найбільш інтенсивно перегріваються органи, які не містять кровоносних судин (кристалик, насінники, яєчники і ін.). В тому сенсі «органом-мішенню» для НВЧ є очі, гонади і сперматозоїди.

Тепловий вплив поширюється на ЦНС, збуджуючи і перезбуджуючи її. ЦНС поражається дуже рано через пряму і опосередковану дію НВЧ-випромінювання через еферентну систему. У коло включаються ендокринна, імунна, серцево-судинна, дихальна системи. На пізніх стадіях наступають ознаки енергетичного виснаження і пригнічення центрів головного мозку [14].

При хронічному впливі НВЧ-випромінювань розвивається радіоволнова хвороба з порушенням функцій всіх регуляторних систем, в результаті чого різко падає продуктивність праці, і спостерігаються порушення психіки. Опромінення в радіодіапазоні викликає у людини відчуття шумів і свисту. Понад двадцять років тому повідомлялося навіть про відкриття ефекту радіочутності. Суть його полягає в тому, що люди, що знаходилися в полі потужної радіопередаючої станції, чули «внутрішні голоси», мову, музику і т.ін.

Надалі, комплекс негативних впливів ЕМП є безпосередньою причиною безлічі захворювань. Людський організм чуйно відгукується на хвильову

навантаження спочатку зниженням працездатності, ослабленням уваги, емоційної нестійкістю, а потім лавиною захворювань нервової і серцево-судинної систем, більшості внутрішніх органів і особливо нирок і печінки [14].

ЕМП призводить до розвитку синдрому старіння організму, ознаками якого є зниження працездатності та імунітету, наявність багатьох захворювань, раннє порушення рівня холестерину, пригнічення функції репродуктивної системи, розвиток вікової патології в ранні роки (гіпертонічна хвороба, церебральний атеросклероз).

Проведені в останні роки численні дослідження показують, що порушення функцій організму під впливом НВЧ випромінювань відбуваються не тільки внаслідок утворення надлишкового тепла в тканинах. Отже, біофізичні механізми впливу ЕМП на біологічні системи не можна звести до двох розглянутих вище: перегрівання в високочастотних полях і збудження - в низькочастотних. Зараз увагу дослідників біологічних ефектів електромагнітних випромінювань зосереджено на третьому механізмі. Його називають специфічним. Найбільш характерна особливість специфічної дії ЕМП на організм полягає в тому, що біологічні системи реагують на випромінювання вкрай низької інтенсивності, недостатньої для збудження і нагрівання, але такі реакції виникають не в усьому діапазоні ЕМВ, а на певних частотах. Тому третій тип реакцій біологічних систем на ЕМП має ще й такі назви, як резонансні і слабкі взаємодії, частотнозалежні біологічні ефекти ЕМП.

Біологічні ефекти слабких ЕМП визначаються високою виборчої чутливістю до них (у вузькому спектральному діапазоні) того чи іншого типу клітин. Мабуть, найбільшою сприйнятливістю до слабких полів відзначаються нейрони головного мозку. Одним з механізмів виборчої чутливості нейронів головного мозку до низькочастотного випромінювання може служити взаємодія їх з катіонами (наприклад Ca^{2+} - згідно кальцієвої гіпотезою), коли вони десорбуються з плазматичних мембран, які їх раніше пов'язували [17].

За аналогією з принципом роботи підсилювача (слабкий сигнал на вході управляє перерозподілом значної енергії на виході) механізми реагування біологічних систем на слабкі ЕМП визначаються як підсилювальні (або кооперативні). Роль пускового сигналу для деяких біологічних систем здатні, ймовірно, виконувати слабкі ЕМП певних частот. Вони можуть взаємодіяти як з зарядами, фіксованими на клітинній мембрані, так, мабуть, і з внутрішньоклітинними субстратами, аж до генетичного апарату клітини. При деяких патологічних станах рівень мембранного потенціалу знижується, що може призвести до більшої вразливості внутрішньоклітинних процесів для зовнішніх полів. Цим, ймовірно, обумовлена підвищена чутливість хворих до атмосферних явищ.

Дослідження останніх десятиліть переконливо підтвердили інформаційну роль і значення для біологічних систем надслабких ЕМП, в тому числі в діапазоні НВЧ при певних законах їх модуляції.

Розвиток ідеї про те, що електрони і ЕМП як більш мобільні, ніж молекули (елементи живої матерії) несуть енергію, заряди і інформацію, виявляючись свого роду пальним для життєвих процесів, призвів багатьох авторів до думки про існування в організмі системи підтримки біоелектричного гомеостазу, що забезпечує нормальний фізіологічний стан клітин. Припущення про те, що в організмі існує механізм центральної регуляції фізіологічних процесів, узгоджений з періодично змінними параметрами електричних і магнітних полів Землі і призначений для захисту від перешкод з боку спорадично виникаючих інтенсивних космічних ЕМП всіх частотних діапазонів, призводить до думки про наявність в високоорганізованому організмі сенсорної системи, що сприймає зміни ЕМП зовнішнього середовища [18].

Поки що даний тип механізмів впливу вивчений недостатньо, однак серед виявлених в ході досліджень закономірностей в дії надвисокочастотних полів нетеплової інтенсивності можна відзначити наступні, пов'язані зі здатністю ЕМП негативно впливати [14]:

- впливати на перебіг біохімічних реакцій внутрішньоклітинного метаболізму;
- впливати на ферментативну активність білків - ферментів в головному мозку, печінці та інших структурах;
- впливати (прямо чи опосередковано) на процеси передачі генетичної інформації (на процеси транскрипції і трансляції);
- впливати на рівні сульфгідрильних та інших груп, що визначають полярність білкових молекул;
- діяти на нейрогуморальну регуляцію, зокрема, на гіпоталамо-гіпофізарну систему;
- змінювати динаміку імунної відповіді;
- перебудовувати малюнок імпульсних потоків, що генеруються нейронами;
- змінювати функціональну активність рецепторів і різних іонних каналів.

Даний тип механізмів лежить в основі негативного впливу на організм в плані збоїв в передачі генетичної інформації, включення механізмів формування патологій після впливу тривалого часу після впливів ЕМП на організм.

Важливо відзначити, що можливо подальші дослідження в даному напрямку допоможуть дати відповідь на актуальне і спірне питання про негативність випромінювання мобільного телефону для користувача.

Таким чином, підбиваючи підсумок всього викладеного вище, що стосується біологічно несприятливих ефектів - в результаті взаємодії організму з електричною складовою ЕМП можуть виникати біологічні ефекти трьох типів: збудження, нагрівання і кооперативні процеси.

Два з них добре вивчені і знаходять пояснення в рамках концепції енергетичної взаємодії поля з організмом. Третій ефект, що виявляється в сприйнятті біосистемами слабких електромагнітних випромінювань, досліджений недостатньо. Його походження пов'язане, мабуть, з тим, що в

процесі еволюції біологічних систем ЕМП певних частот виконували по відношенню до них місію носія інформації про навколишнє середовище [19].

Більшість з розглянутих негативних ефектів пов'язані з впливом електромагнітних полів, що генеруються штучними джерелами в основному радіочастотного діапазону. Разом з тим, не варто забувати і про природну складову.

Істотну небезпеку для людини становлять також «решітки» силових ліній електромагнітного поля Землі - сітки Хартмана (меридіан-паралельного напрямку), що утворює осередки типу прямокутника, і діагональної сітки Кюрі (напрямки північний захід на південний схід і північний схід на південний - захід), що утворює осередки ромбовидної форми. Сітки являють собою регулярний ряд окремих паралельних вертикальних стін, що починаються від силових ліній на поверхні землі, висота їх безкрайня.

Мабуть, сітки здійснюють взаємодію (енергообмін) між космічними випромінюваннями і магнітним полем Землі.

Для людини небезпечно тривалий час перебувати в вузлах цих сіток (в місцях перетину силових ліній), званих геопатогенними зонами - виникають дисфункції нервової системи, різко знижується імунітет і, як наслідок, виникають хронічні інфекції та пухлини.

Геопатогенні зони (ГПЗ) представляють собою комплекс різних природних факторів, що склалися на локальних територіях в поверхневому шарі ґрунту і в приземному шарі атмосфери, що знаходиться над ним. Завдяки своїй природі в геопатогенних зонах відбувається спотворення природних магнітних і електромагнітних полів або, іншими словами, змінюється геофізичний «ландшафт», що представляє серйозну загрозу для здоров'я.

Крім вузлів сіток Хартмана і Кюрі в поняття геопатогенних зон входять також місця аномалій в земній корі (тріщини, розломи, підземні річки і т.ін.), де також є потужні телуричні випромінювання, що негативно діють на живі організми і навіть будівельні об'єкти [20].

Крім самої людини, ЕМВ впливають на природні елементи біосистем.

При цьому вплив електромагнітних випромінювань, наприклад, на мікроорганізми може носити двоїстий характер. Так, шкідливі бактерії можуть відчувати гнітючу дію, що перешкоджає їх розмноженню, а в інших випадках виявляється їх велика активність і посилення хвороботворної здатності, що, як припускають дослідники, пов'язано з мутагенними реакціями і появою нових спадкових ознак.

Важливим представляється вплив ЕМВ на стан мікроорганізмів, що живуть у верхньому шарі ґрунту і надають позитивну дію на підвищення родючості ґрунтів і розширення доступності постачання рослин поживними речовинами.

В результаті дослідження, проведеного В.І. Рибниковою (1982) про вплив НВЧ електромагнітних хвиль інтенсивністю 20-40 мВт/см² на деякі біологічні об'єкти мікроорганізмів (сальмонел, золотистого стафілокока), встановлено, що у опромінених мікроорганізмів змінюються морфологічні ознаки, які передаються у спадок, біохімічні властивості. Отже, мікрохвилі можуть діяти подібно мутагенним факторам.

Безліччю досліджень з'ясовано, що електромагнітні хвилі істотно впливають на біологічні об'єкти, які проявляються в різноманітті індукованих ефектів. Як слабкі, так і сильні ЕМП надають досить виражений вплив на морфологічні, фізіологічні, біохімічні та біофізичні характеристики багатьох рослин. Впливають на зростання, розвиток і розмноження рослинних об'єктів. Що стосується істинно генетичних наслідків, то однозначної відповіді на це питання поки немає [6].

У районі дії електричного поля ЛЕП у рослин поширені аномалії розвитку - часто змінюються форми і розміри квіток, листя, стебель, з'являються зайві пелюстки.

Теоретично рівні електричного поля, що реєструються поблизу ЛЕП достатні для пошкодження листя рослин. Проведені спостереження та експерименти по впливу ЕМП ліній електропередачі на рослини показали, що

спостерігається зменшення сухої ваги надземної маси рослин вівса, соняшника зростаючих під ЛЕП, в порівнянні з контрольними зразками. Відзначено негативний вплив ЕМП на величину потенційної активності ґрунтової популяції, довжину проростків рослин. У деяких дослідженнях, наприклад А. Г. Карташова, Г. Ф. Плеханова (1982) відзначається стимуляція зростання і проростання сухого насіння крeпiса при впливі ЕМП напруженістю 40 кВ/м.

Виявлена в ході досліджень зміна загального стану берези повислої, як за показниками стабільності розвитку, так і за показниками ефективності фотосинтезу. Зміна фотосинтетичної активності є фізіологічною реакцій, яка може зникати з плином часу, зміна ж морфології листа, що відбувається в період його формування, зберігається протягом усього вегетаційного періоду.

Аналіз зрізів сосен віком 60-100 років поблизу РЛС показує, що товщина приросту дерев значно зменшувалася в роки електромагнітного впливу.

Дія ЕМП на комах свідчить про те, що цей фактор може викликати зміни в поведінці, діючи на рівні інформаційних відносин між особинами, може надавати чисто фізичну дію в силу особливостей будови тіла та життєдіяльності комах; може також надавати вплив на деякі фізіологічні характеристики (обмін речовин, ріст і розвиток). Можлива також деяка дія ЕМП на генетичному рівні [6].

Необхідно підкреслити, що значна частина представників фауни, на відміну від людини, має прямі рецептори ЕМП і використовує природні ЕМП для підтримки нормальної життєдіяльності. Такі види є найбільш уразливими в ситуації електромагнітного забруднення.

У районі дії електричного поля ЛЕП у комах проявляються зміни в поведінці: так у бджіл фіксується підвищена агресивність, неспокій, зниження працездатності і продуктивності, схильність до втрати маток; у жуків, комарів, метеликів та інших літаючих комах спостерігається зміна поведінкових реакцій, в тому числі зміна напрямку руху в бік з меншим рівнем поля.

Найбільш поширеними реакціями комах (таких як бабок, метеликів, хрущів, джмелів) на електромагнітне поле ЛЕП є уникнення підльоту на

близьку відстань до низько розташованим проводам лінії електропередачі, тимчасова втрата орієнтації і координації в просторі аж до падіння. При опроміненні полем ЛЕП надвисокої напруги (40 кВ/м; 50 Гц) гусениць китайського дубового шовкопряда зареєстровано уповільнення темпів зростання і розвитку у гусениць молодшого віку, яке компенсувалося вже у гусениць третього.

Дуже чутливими до дії ЕМП є медоносні бджоли. У дослідженні впливу ЕМП від ЛЕП-750 (60 МГц, 7 кВ/м) на бджіл були виявлені наступні ефекти: збільшення рухової активності, аномальне відкладення прополісу біля входу у вулик, зниження мотивації по добуванню їжі, підвищений рівень смертності маток вулика.

Слід зазначити, що окремі види комах виявляються значно менш резистентні до теплового НВЧ-впливу в порівнянні, наприклад, з сільськогосподарськими рослинами.

При впливі поля мікрохвильового НВЧ поля, також було встановлено порушення поведінки мурах, які втрачали здатність «інформувати» побратимів про джерело їжі [6].

Експерименти з вивчення впливу на тварин (щури-самці) ЕП (50 Гц) напруженістю від 100 до 5000 В/м при цілодобовому впливі фактора дозволили встановити, що спостерігаються зміни загального стану організму тварин, порушення метаболізму (білкового, вуглецевого і енергетичного обмінів та їх регуляція) і процесів нейрогуморальної регуляції, крім того при тривалому безперервному впливі електромагнітного поля (напруженість 1-5 кВ/м) виникають зміни генеративної функції піддослідних тварин і їх потомства (порушення всередині утробного і постнатального його розвитку).

Експерименти з вищими тваринами показали, що електромагнітні випромінювання можуть пригнічувати вироблені умовні рефлексії, знижують чутливість до звуку, а найголовніше - призводять до зміни біопотенціалів головного мозку, особливо це помітно при впливі випромінювань хвиль сантиметрової довжини.

У лабораторних дослідженнях виявлено, що опромінення (60 Гц, 30 кВ/м) свиней в період сну викликало у них занепокоєння і дискомфорт, в той час як в період активності таких реакцій не виникало. У дослідженнях з вивчення впливу ЕМП ЛЕП-345, 500, 760 (напруженість 2-15 кВ/м) на корів, було зареєстровано збільшення випадків народження телят з аномаліями і середнього відсотка смертності телят.

Результати ряду експериментів (Б.М. Савіна, 1987) підтвердили високу чутливість імунної системи тварин до дії ЕП 50 Гц напруженістю 10-50 кВ/м при різних режимах опромінення [20].

Серйозні зміни в імунологічних та морфологічних показниках стану організму були виявлені у всіх досліджених видів ссавців (рудої і сірої полівок, польової та лісової мишей, звичайної бурозубки). Причому фізіологічні реакції мали оборотний характер і зникали через кілька днів після завершення опромінення, в той час як морфологічні зміни були незворотними.

Спостереження за гніздовищами птахів, показали, що заселеність птахами території, прилеглої до РЛС достовірно нижче в порівнянні з деякою контрольною територією. Ряд досліджень дозволяють зробити висновок про високу чутливість птахів (наприклад, папуг) до НВЧ поля - поріг чутливості птахів розташовувався нижче 2 мкВт/см^2 .

3 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПОВОДЖЕННІ З ТЕХНОГЕННИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

3.1 Сучасний стан електромагнітного забруднення урбанізованих територій

Питання подальших досліджень негативного впливу ЕМВ на біологічні організми особливо актуальні в сучасних умовах їх посиленого техногенного впливу, особливо в межах населених пунктів.

Технічна цивілізація, розвиваючи свою енергоємність і промислову різноманітність, створює особливу сферу повсюдних штучних процесів і максимізує свої можливості в містах, особливо в супермістах з населенням понад 1 млн осіб. За сучасними оцінками до 2050 року населення планети складе 10 млрд чоловік, причому щорічний приріст в наступні роки буде близько 90 млн/рік (> 3 людини в секунду). Отже, число суперміст зросте. Так, якщо в 1992 р кількість суперміст з населенням > 10 млн осіб було 13, до 2020 року ця цифра майже подвоїться - 22. Пропорційно зростанню міст збільшується і електромагнітне забруднення їх територій.

Під електромагнітним забрудненням розуміється різновид антропогенного або природного фізичного забруднення, що виникає при модифікації електромагнітних властивостей середовища (під дією ліній електропередач високої напруги, роботи деяких промислових установок, природних явищ - магнітних бур та інших джерел ЕМВ).

В цілому, електромагнітне забруднення міських територій слід розглядати в кількох напрямках, головними з яких є [7]:

- 1) безпосередній вплив електричних і магнітних полів на населення міста;

2) вплив техногенних електропроцесів (полів, струмів) на природне геолого-геофізичне середовище міста;

3) спотворення природних режимів природних електромагнітних процесів і, як наслідок, опосередкований вплив на живий організм і технічні системи (гальванопроцеси, електрокорозія і ін.);

4) гібридизація і взаємне посилення процесів, викликаних електромагнітним і іншими видами забруднень.

У першому напрямку можна виділити варіанти дії «сильних» полів (від радіолокаторів, радіостанцій, високовольтних ліній електропередач, промислових джерел і т.п.) і так званих «слабких» полів. Якщо сильним впливам населення міста піддається фрагментарно в часі і по території, то до слабких схильне постійно, що робить ці дії проблемою нітрохи не менш актуальною, ніж сильні. Торкаючись складу слабких впливів, в першу чергу слід відзначити, що їх вплив може призвести до значних ефектів в плані дії на стан живих організмів. Електровиробництво і електроспоживання на території міста роблять сильний вплив як на режим атмосферної електрики, так і на параметри телуричних (блукаючих підземних) струмів. Ці впливи сильно змінюють фізичну якість навколишнього середовища міста, але, як правило, не фігурують в загальному переліку екологічно врахованих параметрів.

Розглядаючи другий клас електромагнітних забруднень, слід мати на увазі, що виникають ланцюжки непрямих, а тому важко діагностованих причин впливу на здоров'я.

Наприклад, багато недуг, викликані підвищеним рівнем вологості (якщо місто знаходиться в зоні впливу річки або водосховища), істотно зростають через додаткову іонізацію води поблизу високовольтних ліній електропередач. Вода в атмосфері міста може перебувати у вигляді звичайних молекул, молекулярних асоціатів (від двох до восьми молекул), які характеризуються високою ймовірністю іонізації. Крім того, наявність в атмосфері міста природних і промислових аерозолів, особливо що містять солі металів і луги, призводить до полегшення іонізації цієї «чистої» (металізованої) води на 14-15

порядків. Природно, це веде до значної зміни водно-іонного складу повітря і сильно впливає на стан хворих і здорових людей.

Крім того, подальший ланцюг фізичних процесів призводить до потужного перерозподілу носіїв заряду в атмосфері міста, якому сприяють природні статичні поля. При цьому атмосферне електричне поле напруженістю 130-150 В/м як би розбавляє утворювані носії заряду. Аеродинамічні потоки (вітри) в свою чергу беруть участь в утворенні так званих «атмосферних електролінз», електричне поле всередині яких зростає в десятки разів (є окремі реєстрації в певних геолого-геофізичних ситуаціях полів, що досягали 10000 В/м). Природно, що навіть короточасне існування в атмосфері міста «електроліз» (які можуть розглядатися як специфічний вид техногенно обумовленого електромагнітного забруднення) неминуче позначиться на стані здоров'я людей, що потрапили в область високих напруженостей атмосферної електрики. Тому важливо знати міські максимуми електрогенних процесів (електромагнітних випромінювань, місць іонізації, концентрацій іонізованого матеріалу і т.п.). З цими ж процесами тісно пов'язана проблема так званих утворень, що світяться (плазмоїдів), які можуть служити індикаторами місць інтенсивних електропроцесів в місті і самі є специфічним видом і джерелом електромагнітного порушення фонового стану геофізичних полів.

Торкаючись теми промислового виробництва блукаючих струмів, потрібно зіставити їх параметри з параметрами струмів природного походження. Напруженості електричних полів, що мають місце в природному середовищі (в землі, поблизу від поверхні), коливаються в межах 5-10 мВ/м. Основним джерелом накачування телуричних струмів в ґрунти міста є наземний електрорельсовий транспорт і метро. Ці джерела створюють телуричні поля 300-1600 мВ/м, тобто в сотні разів перевищують природні. У певних умовах накладення виробничих і геолого-геофізичних процесів телуричні струми («підземні плазмопотокі») перевищують природні в десятки і сотні тисяч разів [21].

Іншим важливим джерелом нагромадження блукаючих струмів є станції катодного протикорозійного захисту, що генерують поля 60-280 мВ/м. Вони ж, як встановлено непрямыми вимірами, є причиною досить потужних магнітних полів, створюваних навколо труб, що захищаються від корозії, проходять безпосередньо в житловому секторі та навіть в квартирах.

Характерно, що забруднення підземного геолого-геофізичного середовища блукаючими струмами вельми дальнодійне. Зміни їх величини фіксуються на відстані 0,1-10 км від джерел в залежності від систем техногенерації струмів, будови і властивостей ґрунтів. Дослідження телуричних струмів промислового генезису почалося зовсім недавно, і багато питань ще зовсім не з'ясовані. Особливо важливий для великих міст питання так званих пов'язаних полів, прояв яких відзначається як спільний дрейф промислових і природних блукаючих струмів. Однак, зараз безсумнівно те, що вони істотно змінюють якість геолого-геофізичної середовища, впливаючи на електрзарядні атмосферні процеси, в тому числі впливають і на генерацію плазмоїдів в приземній атмосфері.

Зростання рівня електромагнітного забруднення дозволило говорити останнім часом про «електромагнітний смог» (за аналогією з хімічним смогом). Електромагнітне забруднення навколишнього середовища і хімічне забруднення мають загальні риси: і той і інший вид передбачає більш-менш постійні рівні, і обидва смоги можуть мати несприятливий вплив на людей, тваринний і рослинний світ.

«Електромагнітний смог» - це забруднення середовища проживання людини неіонізуючими випромінюваннями від пристроїв використовуючих, передаючих і генеруючих електромагнітну енергію і виникають через недосконалість техніки і/або нераціональність її застосування (термін введений ВООЗ).

«Електромагнітний смог» можна класифікувати на три види [1]:

- а). смог відкритої місцевості (вуличний);
- б). смог в приміщеннях (від освітлювальних систем, побутові прилади);

в). смог від пристроїв мобільного зв'язку і т.п.

А). Електромагнітне забруднення на відкритій місцевості можливо від різних передавальних радіотехнічних об'єктів, високовольтних ліній електропередач, від використання неонові і іншої реклами, проводів електротранспорту, електрифікованих залізниць. Щоб створити досить високі рівні поля на відкритій місцевості, необхідні дуже потужні джерела. Інша справа, якщо джерелом випромінювання є антени з дуже вузьким «коефіцієнтом спрямованості дії» і високою енергією.

Основним «постачальником» ЕМП в навколишнє середовище є на відкритій місцевості все ж радіотехнічні системи телекомунікацій та ЛЕП. Це пов'язано з тим, що випромінювання ЕМП - невід'ємне явище для радіоканалу. Випромінюючі технічні засоби радіозв'язку, радіомовлення і телебачення розподіляються по територіях, як правило, рівномірно. Це робиться для того, щоб створити необхідну інтенсивність ЕМП в місцях перебування людей.

Ситуація, що історично склалася з розміщенням технічних засобів загострює питання електромагнітної екології, оскільки будівництво та розміщення випромінюючих технічних засобів здійснювалося на догоду зручності експлуатації, без урахування екологічних наслідків.

Як наслідок всього цього, в умовах міської забудови під високі рівні ЕМП потрапляє не тільки обслуговуючий персонал випромінюючих технічних засобів, а й населення прилеглих територій.

Наприклад, ЛЕП з напругою лінії 330 кВ створює силове поле напруженістю 4-6 кВ/м, ЛЕП з напругою 500 кВ - 9-11 кВ/м, ЛЕП з напругою 750 кВ - 13-15 кВ/м [7].

Існують також створені людиною джерела ЕМП, які використовуються не для цілей радіо-, телекомунікацій або передачі енергії. У промисловості, науці та медицині застосовується обладнання для передачі і концентрації електромагнітної енергії в обмежених робочих областях для створення корисних для людини фізичних, хімічних і біологічних ефектів.

Через недосконалостей конструкцій завжди існує витік електромагнітної енергії від перерахованого вище обладнання. Кожен генератор діє як джерело ЕМП, здатних стати причиною шкідливих ефектів, що залежать від рівнів випромінювань потужності. Загальна кількість промислових, наукових і медичних установок, що випромінюють ЕМП, в світі оцінюється в кілька сотень мільйонів, і їх число постійно збільшується на 3...7% в рік.

Електромагнітна енергія випромінюється з обладнання головним чином з кінцевих пристроїв і підходячих до них провідників (наприклад, радіочастотних кабелів). Кількість випромінювань енергії залежить від особливостей конструкції пристроїв і розміщення їх на робочому місці. Випадково випромнені поля є наслідком струмів, що протікають по поверхні обладнання і різних оточуючим провідячим структурам.

Б). Причиною внутрішнього смогу в приміщеннях є паразитарні нашарування на синусоїду струму промислової частоти. Відомо, що в нашій країні використовується дві системи електропостачання: промислова, трифазна (380 В), і освітлювальна, двофазна (220 В). Правила експлуатації, відповідні стандарти вимагають заземлення всіх елементів силової промислової мережі. Для освітлювальної мережі вимога заземлення або занулення поширюється тільки на розподільні пристрої - від підстанцій 0,4 кВ до розподільних коробок. Розетки, вимикачі, більшість приладів не підлягають цьому заземлення, і вони стають випромінювачами паразитарних струмів, а практично, джерелами електромагнітного смогу [7].

Дані ряду досліджень свідчать, що в даний час найпоширенішими гігієнічно значущими джерелами магнітних полів промислової частоти, що впливають на населення, є незбалансовані струми (струми витоку) систем електропостачання 0,4 кВ. Зазначені системи електропостачання включають в себе електропроводку, електротехнічне обладнання, встановлене в будівлях, в тому числі трансформатори, кабельні лінії, розподільні щити.

Існуюча в нашій країні освітлювальна мережа досі розрахована на «лінійних» споживачів, які не потребують будь-яких особливих пристроїв,

відводячих зайву енергію - вона в них не утворюється. До категорії «лінійний споживач» слід віднести пристрої з повільним нагріванням і відносною сталістю споживання енергії: лампові приймачі, електричні плитки, праски і т.ін. З кінця 50-60-х років минулого століття в країні з'являються «імпульсні споживачі» - газорозрядні лампи, комп'ютери, сканери та інша оргтехніка. Цей вид приладів і пристроїв відрізняється тим, що вони споживають електроенергію імпульсами. При цьому кожен імпульс викликає відповідні збурення в самій освітлювальній мережі, що і призводить до паразитарних нашарувань на синусоїду електричного струму.

Наслідком технічного прогресу, підвищення рівня комфортності життя є тенденції різкого збільшення кількості, видів та потужностей побутової техніки.

Спосіб життя цивілізованої людини передбачає, що на дуже обмеженій площі квартири концентрується велика кількість всілякої побутової техніки - від фенів і кавомолок до потужних пральних і посудомийних машин. Побічно про збільшення ЕМП в нашому будинку можна судити по тому факту, що за останні п'ятнадцять років струмові номінали плавких запобіжників і автоматів на вході силової мережі в квартирах збільшилися з 5-6 до 20-25 А (ампер). Це означає збільшення споживаної потужності приблизно в 10-25 разів і, як наслідок, збільшення рівнів ЕМП в квартирах в 5-6 разів [7].

Робота ряду побутових електроприладів створює певні рівні напруженості (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 – Виміряні рівні напруженості магнітного поля на різних відстанях від різних побутових приладів до людини, мГс

Прилад	Відстань, см		
	3 см	30 см	100 см
Фен	60-20000	1-70	0,1-3
Електробритва	150-15000	1-90	0,4-3
Телевізор	25-560	0,4-20	0,1-2

Електромагнітне випромінювання найбільш використовуваних побутових приладів наведено на рис. 3.1.

Масова комп'ютеризація виробництва, і побуту привела до того, що велика кількість людей, в тому числі діти, проводять тривалий час біля комп'ютера не тільки як джерела інформації, а й джерела енергетичного забруднення, причому перебуваючи в безпосередній близькості від нього.



Рис. 3.1 - Электромагнітне випромінювання найбільш використовуваних побутових приладів (індукція, мкТл)

Науково встановлено, що особи, які працюють з ЕОМ, більш неспокійні, підозрілі, частіше уникають спілкування, а також недовірливі, дратівливі, схильні до підвищеної самооцінки.

У зв'язку з подібними тенденціями у багатьох країнах даному аспекту приділяється важлива увага. Так, в Японії вжиті найжорсткіші норми роботи з комп'ютерами, особливо для дітей і молоді (по 20 хв 2 рази в тиждень). У віці 20 - 30 років ймовірність захворювань у тих, хто піддався опроміненню, в 5,5

разів вище, ніж у їхніх ровесників, які не працювали з комп'ютером.

У випадках появи у працюючих дискомфорту або неприємних відчуттів адміністрація по нормативним вимогам зобов'язана ввести індивідуальний графік роботи або перевести на роботу, не пов'язану з комп'ютерами. Вагітним жінкам і матерям, які годують груддю, працювати з комп'ютерами категорично заборонено.

В). Електромагнітний смог від функціональних передавачів відрізняється по джерелу і за дією, основним джерелом є засоби сотового зв'язку - мобільні телефони і базові станції зв'язку (БС).

Більшість людей розцінює сотовий телефон, зручну і необхідну в житті річ, як звичайний, внаслідок недостатньої обізнаності про його негативну біологічну дію.

Потужність випромінювання сучасних мобільних телефонів невелика (1,5 - 2,0 Вт), проте внаслідок інтерференції хвиль при багаторазових відображеннях від стінок резонатора утворюється стояча хвиля з високою амплітудою, яка може генерувати напругу в кілька вольт. Резонатором може бути коливається електромагнітна система, обмежена металевою поверхнею, або поверхнею, яка стикається з електромагнітним середовищем меншої щільності, тобто діелектриком. Крім того, мобільний телефон під час роботи генерує ЕМП не тільки на основних (робочих) частотах. Крім основного сигналу (0,3 - 3 ГГц) мобільний телефон в режимі «дзвінок» і «розмова» генерує змінне електричне поле в діапазоні 5 - 2000 Гц і змінне магнітне поле в діапазоні 5 - 500 Гц [7].

Цікавими представляються результати досліджень, що показують, стабільне зростання індивідуальної навантаження від ЕМВ, незважаючи на вдосконалення самих апаратів і зниження ЩПЕ від них (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Значення індивідуального навантаження від ЕМВ, що створюються різними моделями радіотелефонів

Рік	Тип телефону	Стандарт зв'язку	ЩПЕ, мкВт/см	Індивідуальне навантаження, мкВт*ч/см ²
1997	Benefon Q	NMT -450	123,03	51,3
	Motorola 3188	NMT-450	111,41	46,3
	Siemens S35i	AMPS 110	82,9	46,2
2004	Nokia THR 850	900/1800	38,0	76,0
	Siemens S45	900/1800	26,2	60,8
	Ericsson LX700	AMPS/DAMPS	32,9	131,6
2006	Nokia 6230	GSM-900	17,2	92,2
	Samsung SGH-X1 00	GSM-900	16,2	87,3
	Nokia 6600	GSM-900	20,8	113,6
2012	Samsung Galaxy S2	WCDMA	18,1	96,2
	Nokia Asha	WCDMA	17,4	98,1
	HTC One X	CDMA	17,8	104,8
2015	Google Nexus 6	WCDMA/LTE	16,7	109,5
	Samsung Galaxy S6 Edge	WCDMA/LTE	17,0	116,4
	iPhone 6S	WCDMA/LTE	16,9	112,8

Збільшення індивідуального навантаження пов'язане швидше за все із збільшенням часу використання телефону в активному режимі, завдяки зростанню функції, кількості послуг оператора, збільшенню потоку користування контентом, сервісами і т.ін.

Певні ЕМП створюються БС мобільних операторів, хоча залежать вони від потужності, конструкції, новизни передавачів. Так, за статистикою в світі діє 10 004 000 мобільних базових станцій, з них 37 000 знаходиться в Україні і 3000 - в Києві. 1 мобільна станція на 1 км² необхідна для забезпечення якісного зв'язку, а в Україні 75 млн. абонентів мобільного зв'язку.

Характерною рисою електромагнітного забруднення міст стає його багаточастотність і багатофакторність, коли на певну ділянку міської території

впливають кілька джерел випромінювання з різними частотами, інтенсивністю і місцями розташування [7].

Підводячи підсумок викладеного вище, можна констатувати, що в даний час в процесах розвитку випромінюючих електромагнітну енергію технічних засобів, існує три стійкі тенденції, які змушують звертати пильну увагу на питання електромагнітного забруднення:

- Перша - збільшення кількості випромінюючих засобів за рахунок технічного освоєння і більш щільного заповнення частотних діапазонів, розширення мережі радіозв'язку і радіомовлення, збільшення каналів телевізійного мовлення та інших служб.

- Друга - збільшення енергетичних потенціалів технічних засобів шляхом збільшення потужностей приладів і передавачів, збільшення ефективності передавальних антен засобів телекомунікацій та їх територіальної концентрації, особливо в міських умовах.

- Третя - впровадження складної електронної побутової техніки, персональних, портативних комп'ютерів, мобільних пристроїв, що використовують різні стандарти бездротового зв'язковим в т.ч. для передачі інформації (Wi-Fi, Wi-Max, 3G, 4G) і інших досягнень нових технологій (рис. 3.2).

В даний час спостерігається погіршення екологічної ситуації по електромагнітному фактору особливо в великих населених пунктах. Це слід пов'язувати, в першу чергу, з переважанням відомчих, чисто комерційних і споживчих підходів до питань використання ЕМП.

Випромінюючі технічні засоби і об'єкти розміщуються на дахах житлових будинків і поблизу зон масового перебування людей без аналізу вже існуючого електромагнітного становища, прогнозування ЕМП розміщуваних засобів. Як правило, для розміщення випромінюючих технічних засобів використовуються одні й ті ж зручні з точки зору масового обслуговування місця установки антен (щогли, вежі, висотні будівлі і т.ін.).

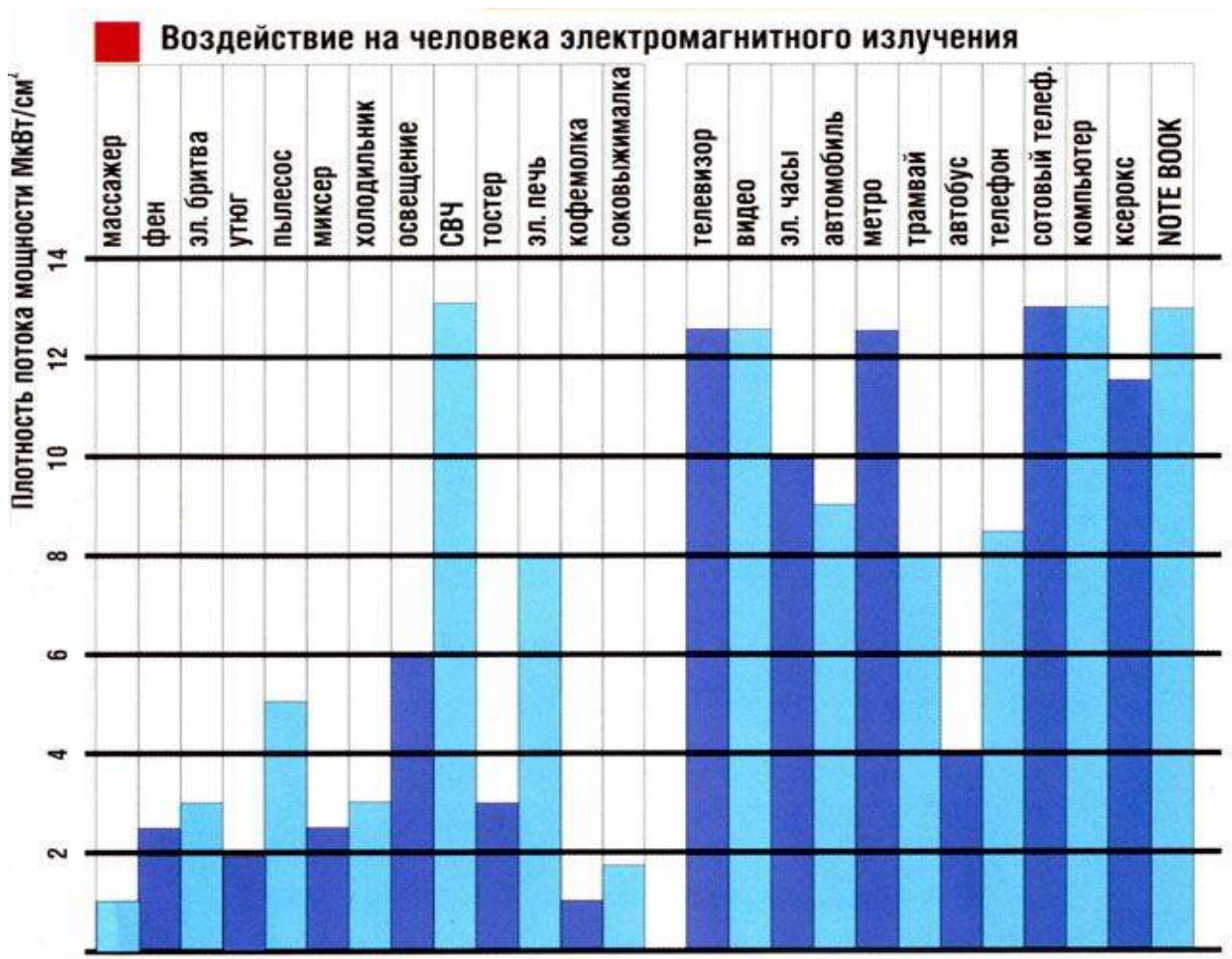


Рис. 3.2 - Вплив на людину ЕМВ від різних технічних засобів і техніки

Так, мобільний передавач повинен бути встановлений не нижче 19,7 м, а от по дальності від житлових будівель ніяких обмежень немає [8].

Незважаючи на регламентації та обмеження щодо використання технічних засобів, що випромінюють в навколишнє середовище ЕМП, в комерційних цілях іноді реалізується не сертифікована по гігієнічних параметрах і параметрам електромагнітної сумісності апаратура і т.ін.

Несприятлива ситуація з електромагнітним чинником пов'язана також зі слабкою матеріально-технічною базою екологічного електромагнітного моніторингу навколишнього середовища в Україні.

Так, на жаль, наявна в розпорядженні спеціалізованих підрозділів санепідемнагляду вимірювальна апаратура, часто застаріла, має істотний недолік - її застосуванні в разі многочастотного впливу вельми проблематично.

Проведення достовірних вимірювань стає можливим лише за умови виключення всіх сторонніх джерел за винятком контрольованого, що в межах великого урбанізованого центру практично неможливо.

Таким чином, зростаючий вплив ЕМВ, існуючі проблеми, широке поширення джерел радіочастотних випромінювань, ставить задачу оцінки екологічної захищеності різних екосистем в цілому і їх компонентів в ряд найважливіших пріоритетів.

3.2 Правове регулювання забезпечення екологічної безпеки при поводженні з джерелами електромагнітного випромінювання в Україні

Забезпечення екологічної безпеки при поводженні з джерелами електромагнітного випромінювання є важливою складовою забезпечення екологічної безпеки в цілому.

Право, гарантоване Конституцією України на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди, приділяє особливу увагу до забезпечення умов екологічної безпеки. Згідно ст. 50 Конституції України, з метою забезпечення подібних умов, кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Така інформація ніким не може бути засекречена [22].

Згідно положень Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 26.06.1991 року, охорона навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини - невід'ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України [23]. З цією метою Україна здійснює на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, захисту життя і здоров'я населення від негативного впливу, зумовленого забрудненням навколишнього природного середовища,

досягнення гармонійної взаємодії суспільства і природи, охорону, раціональне використання і відтворення природних ресурсів.

Розгляд ряду статей Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» дозволяє зробити наступні висновки [23]:

- екологічна безпека є таким станом навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей;

- екологічна безпека гарантується громадянам України здійсненням широкого комплексу взаємопов'язаних політичних, економічних, технічних, організаційних, державно-правових та інших заходів;

- місцеві ради, підприємства, установи, організації та громадяни при здійсненні своєї діяльності зобов'язані вживати необхідних заходів щодо запобігання та недопущення перевищення встановлених рівнів акустичного, електромагнітного, іонізуючого і іншого шкідливого фізичного впливу на навколишнє природне середовище і здоров'я людини в населених пунктах, рекреаційних і заповідних зонах, а також в місцях масового скупчення і розмноження диких тварин.

Механізм правового забезпечення екологічної безпеки - сукупність державно-правових засобів, спрямованих на регулювання діяльності, здатної посилювати рівень екологічної безпеки, запобігання погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для населення і природних систем, локалізацію проявів небезпеки [24].

У зв'язку з цим в Україні питання забезпечення електромагнітної безпеки як системи організаційних, технічних, економічних та ін. заходів, що забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу ЕМП, регулюються положеннями цілого ряду нормативно-правових документів (Додаток А, таблиця А.1).

Одним з важливих правових документів регулюють питання забезпечення умов безпеки від ЕМВ є Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 року [25].

Так, згідно зі ст. 5 цього Закону встановлено поняття нормативів гранично допустимого впливу фізичних та біологічних факторів стаціонарних джерел; гранично допустимих рівнів впливу (ГДР) акустичного, електромагнітного, іонізуючого та інших фізичних факторів і біологічного впливу на стан атмосферного повітря населених пунктів.

Згідно ст. 8 Закону, нормативи гранично допустимих рівнів впливу на атмосферне повітря встановлюються для кожного стаціонарного джерела по всіх створюваних ним видах фізичних і біологічних факторів.

Нормативи гранично допустимого впливу фізичних та біологічних факторів встановлюються на рівні, при якому фізичний й біологічний вплив всіх джерел в цьому районі, з урахуванням перспектив його розвитку, в період терміну дії встановленого нормативу не призведе до перевищення нормативів екологічної безпеки атмосферного повітря (за найбільш суворими нормативами).

Місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підприємства зобов'язані вживати необхідних заходів для запобігання та недопущення перевищення встановлених санітарними нормами рівнів впливу фізичних та біологічних факторів на середовище життєдіяльності людини [25].

Законом визначено порядок обліку, контролю видів і рівнів впливу фізичних та біологічних факторів. Ст. 33 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» встановлюється юридична відповідальність за перевищення нормативів гранично допустимого впливу фізичних та біологічних факторів.

Норми, що регулюють принципи забезпечення безпеки від джерел ЕМВ, містять також положення Закону України «Про забезпечення санітарного та екологічного благополуччя населення» від 24.02.1994 року [26].

Згідно ст. 9 Закону, гігієнічній регламентації підлягає будь-який небезпечний фактор фізичної, хімічної, біологічної природи, присутній у середовищі життєдіяльності людини. Вона здійснюється з метою обмеження

інтенсивності або тривалості дії таких факторів шляхом встановлення критеріїв їх допустимого впливу на здоров'я людини.

Планування і забудова населених пунктів, курортів повинна передусім передбачати створення найбільш сприятливих умов для життя, а також для збереження і зміцнення здоров'я громадян, враховувати всі небезпечні чинники.

Ст. 19 Закону встановлює гігієнічні вимоги до атмосферного повітря в населених пунктах, повітря в виробничих і інших приміщеннях.

Так, атмосферне повітря в населених пунктах, на територіях підприємств, установ, організацій та інших об'єктів, повітря у виробничих та інших приміщеннях тривалого чи тимчасового перебування людей повинно відповідати санітарним нормам [26].

Підприємства, установи, організації та громадяни при здійсненні своєї діяльності зобов'язані вживати необхідних заходів щодо попередження та усунення причин забруднення атмосферного повітря, фізичного впливу на атмосферу в населених пунктах, рекреаційних зонах, а також на повітря в житлових і виробничих приміщеннях, у навчальних, лікувально-профілактичних та інших закладах, інших місцях тривалого чи тимчасового перебування людей.

Статтею 24 Закону, що розглядається, визначаються механізми захисту населення від шкідливого впливу шуму, неіонізуючих випромінювань та інших фізичних факторів.

Так, органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підприємства, установи, організації та громадяни при здійсненні будь-яких видів діяльності з метою відвернення і зменшення шкідливого впливу на здоров'я населення шуму, неіонізуючих випромінювань та інших фізичних факторів зобов'язані [26]:

- здійснювати відповідні організаційні, господарські, технічні, технологічні, архітектурно-будівельні та інші заходи щодо попередження

утворення та зниження шуму, неіонізуючих випромінювань та інших фізичних факторів до рівнів, встановлених санітарними нормами;

- вживати заходів щодо недопущення перевищень рівнів шуму, неіонізуючих випромінювань та інших фізичних факторів, встановлених санітарними нормами, в таких приміщеннях і територіях (захищені об'єкти):

- 1) житлових будинків і на прибудинкових територіях;
- 2) лікувальних, санаторно-курортних установ, будинків-інтернатів, закладів освіти, культури;
- 3) готелів і гуртожитків;
- 4) розташованих у межах населених пунктів закладів громадського харчування, торгівлі, побутового обслуговування, розважального та грального бізнесу;
- 5) інших будівель і споруд, в яких постійно чи тимчасово перебувають люди;
- 6) парків, скверів, зон відпочинку, розташованих на території мікрорайонів і груп житлових будинків.

Окремої уваги при розгляді нормативно-правової бази в питаннях безпеки при поводженні з джерелами ЕМВ заслуговують проекти Законів України «Про електромагнітну безпеку населення», поданий на розгляд до Верховної Ради України 23.03.2007 року [27] і «Про захист людини від негативного впливу електромагнітного випромінювання базових станцій систем стільникового зв'язку», поданий 12.12.2013 року.

Перший проект Закону визначає правові та організаційні засади здійснення державного контролю за створенням, функціонуванням та використанням об'єктів, що є джерелом електромагнітного випромінювання, визначає права і обов'язки державних і приватних підприємств, установ, організацій, громадян та повноваження суб'єктів, що забезпечують його виконання, і спрямований на створення безпечних для людини і його нащадків умов життєдіяльності шляхом попередження можливого виникнення

несприятливих наслідків впливу електромагнітного випромінювання на здоров'я.

Згідно визначення, встановленого проектом закону, електромагнітна безпека - це комплекс законодавчих, архітектурно - планувальних, санітарно-технічних, технологічних, науково-гігієнічних організаційних заходів (система), спрямованих на створення безпечних для здоров'я людини і його нащадків умов життєдіяльності та попередження можливого виникнення несприятливих наслідків електромагнітного випромінювання на здоров'я людини.

Основною метою системи електромагнітної безпеки є захист населення від шкідливого впливу електромагнітного випромінювання, встановлення державного контролю за джерелами електромагнітного випромінювання на всіх етапах їх створення (виготовлення, будівництво), реалізації, ввезення з-за кордону і експлуатації, а також організація державного обліку таких об'єктів для своєчасного визначення, розробки та впровадження заходів, спрямованих на забезпечення електромагнітної безпеки населення.

Забезпечення електромагнітної безпеки населення займається, згідно з проектом Закону, Державний Центр електромагнітної безпеки населення.

Основним завданням цього Центру є [27]:

- здійснення державного контролю за дотриманням законодавства на етапі створення (виготовлення, будівництво, реконструкція і т.п.), ввезення і використання джерел електромагнітного випромінювання;
- облік джерел електромагнітного випромінювання;
- розробка і впровадження заходів, що регулюють рівень електромагнітного випромінювання.

Основні напрямки діяльності Центру:

- здійснення реєстрації підприємств, установ і організацій, об'єкти яких генерують електромагнітні випромінювання, які негативно впливають на здоров'я людини;
- облік джерел електромагнітного випромінювання;

- визначення, розробка та впровадження пріоритетних заходів, спрямованих на забезпечення електромагнітної безпеки населення;
- проведення контролю і оцінки ефективності заходів, спрямованих на забезпечення електромагнітної безпеки населення;
- проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи для запобігання можливого негативного впливу електромагнітного випромінювання, що створюється радіотехнічними об'єктом, на етапі узгодження місця розташування радіотехнічного об'єкту, відведення земельної ділянки під будівництво, проектування, будівництва (реконструкції) і прийняття в експлуатацію закінченого будівництвом об'єкта промислового і цивільного призначення;
- проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи нових технологічних процесів, виробничого обладнання, приладів і пристроїв побутового призначення вітчизняного та зарубіжного виробництва, що імпортується в Україну, а також проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи інших об'єктів, що є джерелами електромагнітного випромінювання;
- розробка, складання та узгодження санітарних паспортів на радіотехнічні об'єкти;
- здійснення на договірних умовах нормативно-методичного забезпечення закладів Держсанепідслужби в сфері здійснення поточного та заходи держсанепіднагляду за джерелами електромагнітного випромінювання;
- проведення на договірних умов атестації закладів Держсанепідслужби на право проведення експертизи за погодженням місць розташування радіотехнічних об'єктів і складання санітарних паспортів на радіотехнічні об'єкти;
- атестація робочих місць на відповідність умов праці безпечним рівням електромагнітних випромінювань;

- ведення обліку забезпечення Держсанепідслужби апаратурою та обладнанням, аналіз ефективності її використання, розробка пропозицій щодо поліпшення забезпечення і експлуатації наявного обладнання;
- вивчення і впровадження передового досвіду, наукових досягнень, елементів наукової організації праці, оцінка їх ефективності;
- освоєння і впровадження в практику нових методів лабораторного контролю, приладів з контролю фізичних факторів;
- організація і проведення семінарів, нарад, практичних занять з підвищення кваліфікації фахівців з даного розділу діяльності;
- ведення науково-практичних робіт з питань організації та проведення лабораторного контролю фізичних факторів навколишнього середовища.

Згідно даного проекту Закону, громадяни мають право [27]:

- своєчасно отримувати достовірну інформацію про електромагнітну ситуації в країні та її можливий вплив на стан здоров'я;
- оскаржити в Центр дії або бездіяльність посадових осіб державних і недержавних організацій, установ, закладів, а також дії або бездіяльність громадян, які можуть викликати шкідливий вплив електромагнітних випромінювань на здоров'я;
- отримувати від власників джерел електромагнітних випромінювань документацію, що підтверджує їх безпеку для здоров'я.

Громадяни зобов'язані:

- не використовувати джерела електромагнітних випромінювань способом, що може завдати шкоди власному здоров'ю та здоров'ю інших громадян;
- повідомляти установи Держсанепідслужби і Центр про випадки неправомірного будівництва або реконструкції радіотехнічних об'єктів, а також про їх створення, ввезення з-за кордону і експлуатацію без документації, що підтверджує їх безпеку для здоров'я населення;

- виконувати вказівки посадових осіб Центру по приведенню у відповідність до вимог чинного законодавства умов створення, ввезення або експлуатації джерел електромагнітних випромінювань.

Власники підприємств, установ та організацій, об'єкти яких є джерелами електромагнітного випромінювання, мають право:

- отримувати інформацію про методичні та нормативно-правові акти, якими керуються фахівці Центру при виконанні своїх посадових обов'язків;
- оскаржити дії або бездіяльність посадових осіб Центру в Кабінет Міністрів України або до суду.

Власники підприємств, установ та організацій, об'єкти яких є джерелами електромагнітного випромінювання, зобов'язані [27]:

- реєструвати в Центрі підприємства, установи та організації, об'єкти яких генерують електромагнітні випромінювання, які негативно впливають на здоров'я людини;

- ставити в Центрі на облік джерела електромагнітного випромінювання;

- отримувати в Центрі або атестованих атестаційною комісією Центру закладах та установах Держсанепідслужби висновки про погодження місця розташування радіотехнічного об'єкту;

- отримувати в Центрі або атестованих атестаційною комісією Центру закладах та установах Держсанепідслужби висновки про погодження проектної документації на будівництво або реконструкцію радіотехнічного об'єкту, підприємств, установ і організацій, об'єкти яких є джерелами електромагнітного випромінювання;

- отримувати в Центрі або атестованих атестаційною комісією Центру закладах та установах Держсанепідслужби висновки державної санітарно-епідеміологічної експертизи нових технологічних процесів, виробничого обладнання, приладів і пристроїв побутового призначення вітчизняного та зарубіжного виробництва, що імпортується в країну, а також проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи інших джерел електромагнітного випромінювання;

- отримувати в Центрі або атестованих атестаційною комісією Центру закладах та установах Держсанепідслужби санітарні паспорти на радіотехнічні об'єкти;

- неухильно виконувати вказівки і рекомендації посадових осіб Центру по приведенню у відповідність до вимог чинного законодавства умов створення та використання об'єктів - джерел електромагнітного випромінювання та інших фізичних факторів.

Випуск і реалізація на території України, а також ввезення з-за кордону джерел електромагнітного випромінювання допускається тільки з дозволу Центру або атестованих атестаційною комісією Центру установ Держсанепідслужби, що оформляється у вигляді сертифіката електромагнітної безпеки із зазначенням терміну та умов експлуатації, не створювати небезпеку для здоров'я населення.

Для отримання сертифікату власники джерел електромагнітного випромінювання представляють в Центр або атестовані атестаційною комісією Центру установи Держсанепідслужби [27]:

- заявку про надання сертифікату електромагнітної безпеки;
- нормативну документацію, яка повинна містити інформацію про сферу і умови застосування продукції, про гігієнічно значимі показники і характеристики продукції (види та допустимі рівні впливу на людину небезпечних факторів, джерелом яких є зразок продукції), правила і методи контролю гігієнічно значимих показників і характеристик продукції, правила приймання, що забезпечують достовірне встановлення відповідності фактичних рівнів шкідливих факторів допустимим;
- експлуатаційну документацію, яка повинна містити інформацію про сферу і умови застосування продукції, про гігієнічно значимі показники і характеристики продукції (фактичні рівні впливу на людину небезпечних факторів, джерелом яких є зразок продукції), заходи безпеки при використанні продукції, що забезпечують її безпеку для людини, заходи першої медичної допомоги в разі виникнення гострого захворювання (при необхідності), номер,

дата видачі та строк дії висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи.

Підставою для відмови в наданні сертифікату електромагнітної безпеки є невідповідність конкретного радіоелектронного засобу або випромінювального пристрою умовам, не створювати небезпеку для здоров'я населення.

Для проведення проектно-вишукувальних робіт необхідно отримати в Центрі або атестованих атестаційною комісією Центру закладах та установах Держсанепідслужби висновок щодо погодження місця розташування радіотехнічного об'єкту, в якому міститься комплекс умов та вимог до технічних характеристик радіотехнічного об'єкту, для якого погоджується місце розташування.

Дозволяється розмішувати радіотехнічний об'єкт на дахах житлових, громадських та інших будівель за умови, що рівні електромагнітних випромінювань не перевищуватимуть гранично допустимі (встановлені відповідними ДСТУ (ГОСТами) [27].

Власники підприємств, установ та організацій, об'єкти яких є джерелами електромагнітного випромінювання, зобов'язані в зазначеному порядку погоджувати в Центрі або атестованих атестаційною комісією Центру закладах та установах Держсанепідслужби проектну документацію на будівництво або реконструкцію радіотехнічного об'єкту.

Кожен радіотехнічний об'єкт, який є джерелом надходження електромагнітного випромінювання до навколишнього середовища, повинен мати санітарний паспорт.

Санітарний паспорт складається Центром або атестованими атестаційною комісією Центру установами Держсанепідслужби на замовлення власника радіотехнічного об'єкту. Санітарний паспорт підписується уповноваженим представником власника радіотехнічного об'єкту та Директором Центру або керівником атестованої установи або закладу Держсанепідслужби, що склала санітарний паспорт.

Паспорт видається строком на п'ять років. При реконструкції, дообладнанні або інших змінах на радіотехнічний об'єкт санітарний паспорт переоформлюється з урахуванням змін.

Санітарний паспорт дає право власнику радіотехнічного об'єкту після прийняття в експлуатацію закінченого будівництвом об'єкта, вивести радіотехнічний об'єкт в технологічний режим експлуатації.

Дата підписання санітарного паспорта Директором Центру або керівником аттестованої установи або закладу Держсанепідслужби, що склала санітарний паспорт, вважається датою виведення об'єкта в технологічний режим експлуатації.

Підставою для відмови в наданні санітарного паспорта є висновок Центру щодо невідповідності радіотехнічного об'єкту медичним вимогам безпеки для здоров'я і життя людини.

Для забезпечення загальнодержавного обліку радіотехнічного об'єкту, аттестовані установи та установи Держсанепідслужби надсилають по електронній пошті копію санітарного паспорта в Центр і отримують номер санітарного паспорта [27].

Санітарний паспорт складається у двох примірниках, один з яких зберігається безпосередньо на радіотехнічний об'єкт, а інший в Центрі або аттестованому закладі чи установі Держсанепідслужби, якою був складений санітарний паспорт.

Для здійснення поточного державного санітарно-епідеміологічного нагляду власник радіотехнічного об'єкту повинен надавати копію санітарного паспорта в територіальні установи Держсанепідслужби.

Розгляд всіх питань по спеціальних об'єктах центральних органів виконавчої влади в галузі оборони, внутрішніх справ, у справах охорони державного кордону, з питань виконання покарань, Державного управління справами та Служби безпеки України здійснюється за участю спеціалізованих підрозділів медичних служб цих відомств.

Для забезпечення контролю за дотриманням рівнів потужності випромінювання радіотехнічного об'єкту, затверджених в санітарному паспорті, власники радіотехнічних об'єктів повинні встановлювати технічні пристрої, що обмежують потужність випромінювання радіотехнічного об'єкту.

Обмежувач потужності реалізується власникам радіотехнічного об'єкту Центром або атестаційною комісією Центру установами Держсанепідслужби.

При прийнятті в експлуатацію закінченого будівництвом радіотехнічного об'єкту, обмежувачі потужності пломбуються представником Центру або атестованих атестаційною комісією Центру установ Держсанепідслужби.

Забезпечення безпеки від впливу ЕМВ визначено положеннями цілого ряду підзаконних нормативно-правових документів.

Важливими нормативно правовими актами в питаннях запобігання негативного впливу ЕМВ є ДСП-239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу ЕМВ», затверджені Наказом МОЗ від 1.08.1996 р. №239, а також ДСП 476-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів», затверджені Наказом МОЗ від 18.12.2002 р. №476. Дані нормативні акти визначають нормативи екологічної безпеки негативного впливу ЕМВ на населення і персонал [24].

Наприклад, в ДСП-239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу ЕМВ» [28] визначені вимоги до розміщення радіотехнічного обладнання, гранично допустимі рівні ЕМП (безперервного і імпульсного випромінювання), принципи організації санітарно-захисних зон навколо місць розміщення радіотехнічного обладнання, режим допустимої в них діяльності, методи контролю рівнів ЕМП і т.ін.

Так, гранично допустимі рівні напруженості електричного поля від ЛЕП складають [28]:

- всередині житлових будинків - 0,5 кВ/м;
- на території зони житлової забудови - 1 кВ/м;
- в населеній місцевості, поза зоною житлової забудови (землі в межах міста з урахуванням перспективного розвитку на 10 років, приміські та зелені

зони, курорти, землі селищ міського типу, в межах селищної межі і сільських населених пунктів, в межах цих пунктів), а також на території городів і садів - 5 кВ/м;

- на ділянках перетину ЛЕП з автомобільними дорогами I - IV категорій - 10 кВ/м;

- у безлюдній місцевості (незабудована територія, доступна для транспорту, та сільськогосподарські угіддя) - 15 кВ/м;

- у важкодоступній місцевості (не доступної для транспорту і сільськогосподарських машин) і на ділянках, спеціально відгороджених для виключення доступу населення - 20 кВ/м.

Гранично допустимі рівні встановлені для ЕП, не перекрученого присутністю людини. Напруженість ЕП визначається на висоті 1,8 м від рівня землі, для приміщень - від рівня підлоги.

Контроль за дотриманням ГДР напруженості ЕП слід здійснювати [28]:

- при прийомі в експлуатацію нових будівель, споруд і зон праці і відпочинку людей поблизу ЛЕП;

- після проведення заходів щодо зниження рівнів ЕП ЛЕП.

З метою захисту населення від впливу ЕП встановлюються санітарно-захисні зони.

Санітарно-захисною зоною вважається територія, на якій напруженість ЕП перевищує 1 кВ/м.

Санітарно-захисна зона для ЛЕП встановлюється у вигляді земельної ділянки, межі якої регламентуються по обидві сторони від неї на певній відстані від проекції крайніх фазних проводів на землю, в перпендикулярному до ЛЕП напрямку [28]:

- 20 м для ЛЕП 300 кВ;

- 30 м для ЛЕП 500 кВ;

- 40 м для ЛЕП 750 кВ;

- 55 м для ЛЕП 1150 кВ.

Якщо напруженість ЕП перевищує ГДР, необхідно вжити заходів щодо її зниження.

У місцях можливого перебування людини напруженість ЕП може бути зменшена шляхом:

- віддалення житлової забудови від ЛЕП або ЛЕП від житлової забудови;
- застосування екрануючих пристроїв та інших засобів зниження напруженості ЕП.

У межах санітарно-захисної зони забороняється [28]:

- розміщувати житлові і громадські будівлі і споруди, майданчики для стоянки і зупинки всіх видів транспорту, підприємства, на яких використовуються легкозаймисті рідини і гази, підприємства по обслуговуванню автомобілів, сховища нафти, нафтопродуктів та інших пожежонебезпечних речовин;
- працювати з легкозаймистими рідинами і газами, виконувати ремонт машин і механізмів.

Траси проєктованих та споруджуваних ЛЕП повинні вибиратися таким чином, щоб об'єкти, перераховані вище, не потрапляли в межі санітарно-захисних зон.

Захист населення від впливу електричного поля повітряних ліній електропередачі напругою 220 кВ і нижче, що задовольняють вимогам Правил улаштування електроустановок та Правил охорони високовольтних електричних мереж, не потрібний.

Значення гранично допустимих рівнів ЕМП, заходи щодо забезпечення безпечних рівнів ЕМВ встановлені також низкою технічних регламентів, Держстандартів, прийнятих ще за радянських часів, але діючих і зараз.

До них відносяться: ГОСТ 12.1.002-84 «Система стандартів безпеки труда электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах»; ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартів безпеки труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и

требования к проведению контроля»; ГОСТ 12.1.045-84 «Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».

Так, ГОСТом 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» [29] встановлюються допустимі рівні електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону (30 кГц - 300 ГГц).

Допустимими рівнями електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону (ЕМВ РЧ) є:

- в діапазоні частот 30 кГц - 300 МГц - середньоквадратичне значення напруженості електричної складової ЕМВ РЧ (Е) в В/м;

- в діапазоні частот 300 МГц - 300 ГГц - середньоквадратичне значення щільності потоку енергії (ЩПЕ) в мкВт/кв.см.

Кожен зазначений в діапазон частот включає нижню граничну частоту і виключає верхню граничну частоту.

У разі імпульсно-модульованого випромінювання оцінка проводиться по середній за період проходження імпульсів інтенсивності ЕМВ РЧ [29].

Інтенсивність ЕМВ РЧ в житлових приміщеннях, включаючи балкони і лоджії (включаючи переривчасте і вторинне випромінювання), від стаціонарних передавальних радіотехнічних об'єктів не повинна перевищувати значення, наведені в табл. 3.3.

При встановленні антен передавальних радіотехнічних об'єктів на житлових будинках інтенсивність ЕМІ РЧ безпосередньо на дахах житлових будинків може перевищувати допустимі рівні для осіб як професійно не пов'язаних, так і професійно пов'язаних з впливом ЕМВ РЧ за умови недопущення перебування людей на дахах при працюючих передавачах. На дахах, де встановлені передавальні антени, повинно бути відповідне маркування з позначенням кордону, де перебування людей при працюючих передавачах заборонено.

Таблиця 3.3 - Допустимі рівні електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону в житлових приміщеннях (включаючи балкони і лоджії) [29]

Об'єкт	Гранично допустимі рівні в діапазонах частот				
	30 - 300 кГц	0,3 - 3 мГц	3 - 30 мГц	30 - 300 мГц	300 мГц - 300 гГц
	В/м	В/м	В/м	В/м	мкВт/кв.см
Житлові приміщення (включаючи балкони та лоджії)	25,0	15,0	10,0	3,0	10-100,0

Вимірювання рівня випромінювання слід проводити за умови роботи джерела ЕМВ на повній потужності в точках приміщення, найбільш наближених до джерела (на балконах, лоджіях, у вікон), а також біля металевих виробів, що знаходяться в приміщеннях, які можуть бути пасивними ретрансляторами ЕМВ і при повністю відключених виробках побутової техніки, що є джерелами ЕМВ РЧ.

Мінімальна відстань до металевих предметів визначається інструкцією по експлуатації засоби вимірювання.

Вимірювання ЕМВ РЧ в житлових приміщеннях від зовнішніх джерел доцільно проводити при відкритих вікнах [29].

Інтенсивність ЕМВ РЧ від виробів побутової техніки оцінюється відповідно до санітарно-епідеміологічних вимог до цих виробів.

Розміщення всіх передавальних радіотехнічних об'єктів, розташованих на житлових будинках, в тому числі і радіоаматорських радіостанцій і радіостанцій, які працюють в «цивільному діапазоні», має бути узгоджене з органами і установами державної санітарно-епідеміологічної служби в установленому порядку.

ГОСТом 12.1.002-84 «Система стандартів безпеки труда электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах»

встановлюються допустимі рівні електромагнітного випромінювання промислової частоти 50 Гц [30].

Напруженість електричного поля промислової частоти 50 Гц в житлових приміщеннях (на відстані від 0,2 м від стін і вікон і на висоті 0,5 - 1,8 м від підлоги) не повинна перевищувати 0,5 кВ/м.

Індукція магнітного поля промислової частоти 50 Гц в житлових приміщеннях (на відстані від 0,2 м від стін і вікон і на висоті 0,5 - 1,5 м від підлоги) не повинна перевищувати 10 мкТл (приймається в якості тимчасового нормативу).

Електричне і магнітне поля промислової частоти 50 Гц в житлових приміщеннях оцінюються при повністю відключених виробач побутової техніки, включаючи пристрої місцевого освітлення. Електричне поле оцінюється при повністю вимкненому загальному освітленні, а магнітне поле - в умовах повного увімкнення загального освітлення.

Напруженість електричного поля промислової частоти 50 Гц на території житлової забудови від повітряних ліній електропередачі змінного струму та інших об'єктів не повинна перевищувати 1 кВ/м на висоті 1,8 м від поверхні землі [30].

Індукція магнітного поля промислової частоти 50 Гц на території житлової забудови від повітряних ліній електропередачі змінного струму та інших об'єктів не повинна перевищувати 50 мкТл на висоті 1,8 м від поверхні землі (приймається в якості тимчасового нормативу).

Напруженість електричного поля і індукція магнітного поля промислової частоти 50 Гц від виробів побутової техніки, в тому числі від пристроїв місцевого освітлення, оцінюються відповідно до санітарно-епідеміологічних вимог до цих виробів.

Забезпечення умов безпеки при поводженні з джерелами ЕМВ регулюється також низкою положень Закону України «Про захист прав споживачів» від 12.05.1991 року, ДСП-173-96 «Державні санітарні правила

планування та забудови населених пунктів», Наказ МОЗ від 19.06.1996 р. №173, положеннями інших законодавчих і підзаконних нормативних актів [24].

Не останню роль в процесах правового регулювання забезпечення екологічної безпеки при поводженні з джерелами ЕМВ відіграє міжнародне і регіональне співробітництво, викликане так званою «глобалізацією» або «інтернаціоналізацією» норм екологічної безпеки, введенням обов'язкових вимог на загальносвітовому рівні, зокрема тенденцією гармонізації окремих положень національного законодавства до європейським нормам безпеки, врахування позитивного досвіду правового регулювання, накопиченого іноземними країнами і країнами ЄС.

3.3 Існуючі проблеми та сучасні механізми забезпечення екологічної безпеки при поводженні з техногенними джерелами електромагнітного випромінювання

Існуючі проблеми забезпечення екологічної безпеки при поводженні з техногенними джерелами електромагнітного випромінювання викликані низкою причин. Це і слабка, нескоординована науково-дослідницька діяльність в визначенні рівнів впливів на об'єкти і компоненти навколишнього середовища, нових і впроваджуваних технічних засобів, що генерують ЕМВ, неузгодженості міжнародних підходів в даних питаннях, відсутність зацікавленості з боку виробників технічних засобів і обслуговуючих їх компаній, переважання відомчих, чисто комерційних і споживчих підходів до питань використання джерел ЕМП і їх розміщення, слабка матеріально-технічна база електромагнітного моніторингу та контролю, слабкий контроль сертифікації по гігієнічних параметрах і параметрам електромагнітної сумісності різної апаратури і т.ін.

Так, визначаючи одну з ключових проблем забезпечення безпеки від ЕМВ, можна стверджувати, що на даний момент не розроблені загальні, інтегровані, гранично допустимі рівні випромінювань, які діють в різних зонах

населених просторів від всіх в сукупності ймовірних джерел, що використовуються людиною в своїй діяльності і життєвих циклах.

Дане твердження підтверджує той факт, що в даний час гранично допустимі умови для оцінки впливу ЕМП на навколишнє середовище в цілому не розроблені ні в одній країні. Є тільки результати окремих досліджень впливу ЕМП на компоненти екосистем. Найбільш опрацьованими і впровадженими в багатьох країнах є, як відомо, ГДР для людини [1].

Однак ці стандарти в різних країнах дуже відрізняються один від одного (табл. 3.4).

Наприклад, Для засобів мобільного зв'язку ГДР електромагнітного випромінювання встановлені в Італії складають 1 мкВт/см^2 , Росії, Білорусії - 10 мкВт/см^2 , Україні - $2,5 \text{ мкВт/см}^2$ (в Україні, до слова, діє один з найсуворіших стандартів) [8].

Таблиця 3.4 - Національні стандарти ГДР впливу ЕМП деяких країн

Країна	Частотний діапазон (f , МГц)	ГДР
США	0,003 — 0,1	614 В/м
	0,1 — 3,0	614 В/м
	3 — 30	1842 В/м
	30 — 100	61,4 В/м
	300 — 30000	300 мВт/см^2
	30000 — 300000	10 мВт/см^2
Канада	0,01 — 1,2	600 В/м,
	3 — 30	1800 В/м
	30 — 300	60 В/м
	300 — 1500	$1 — 5 \text{ мВт/см}^2$
	1500 — 300000	5 мВт/см^2
Германія	0,01 — 0,03	1500 В/м
	0,03 — 2,0	1500 В/м
	30 -3000	$2,5 \text{ мВт/см}^2$
	3000 — 12000	$0,008 \text{ мВт см}^2$

Це обумовлено вибором критеріїв, за якими можна судити про ступінь шкідливості ЕМП певного рівня. За ГДР повинні прийматися біологічно обумовлені рівні впливу ЕМП, виявлені в результаті фізіологічних, клінічних, біохімічних та інших досліджень на біологічних об'єктах. Санітарні норми і

правила, що діють на сьогоднішній день, не відповідають знанням про небезпеку ЕМП, отриманими дослідниками за останній час, хоча такі ЕМП дуже є відчутним фактором для всіх елементів біоекосистем від людини до найпростіших організмів. До того ж з розвитком науково-технічного прогресу збільшується кількість технічних засобів, а отже і інтенсивність ЕМП.

В цілому, слід зазначити, що в проблемах електромагнітної екології виділилося три напрямки [6]:

- біофізичне, що займається питаннями дослідження взаємодії біологічних тканин з ЕМП;
- медико-біологічне, яке займається вивченням і нормуванням фактора на навколишнє середовище і людину;
- науково-технічне, метою якого є розробка методів і засобів аналізу в навколишньому середовищі ЕМП і захисту від них у разі необхідності.

До теперішнього часу накопичений багатий науковий матеріал по перших двох напрямках. Про це свідчать численні вітчизняні та зарубіжні результати досліджень, присвячені біологічним ефектам ЕМП і дослідженням причинно-наслідкових зв'язків між біологічними об'єктами і ЕМП.

Однак в останні роки виникла гостра необхідність аналізу розподілу ЕМП різних технічних засобів і в першу чергу телекомунікаційних радіозасобів в навколишньому середовищі. Це пов'язано з численними екологічними і санітарно-гігієнічними завданнями, що полягають у вирішенні питань безпечного розміщення випромінюючих об'єктів. При цьому у вітчизняній практиці використовуються діючі нормативні та методичні документи, в яких наведені гранично допустимі рівні ЕМП для всіх діапазонів частот, розроблені кілька десятиліть тому.

Більшість діючих в даний час регламентів ЕМП були розроблені в Радянському Союзі в 80-і роки. Методологія нормування включала гігієнічні дослідження, клінічні спостереження, аналіз захворюваності з тимчасовою непрацездатністю, дослідження із залученням добровольців і експерименти на тваринах. При цьому в експериментах моделювалися реальні умови

опромінення по частотному діапазону, видам модуляції ЕМІ, поширених тоді джерел випромінювання. Процес наукового обґрунтування ПДУ займав кілька років. Дослідження мали гарантоване бюджетне фінансування. Впровадження розроблених в Радянському Союзі гігієнічних нормативів дозволило знизити рівні ЕМВ на робочих місцях і ризик порушення здоров'я у осіб, що контактують з ЕМП [8].

Однак, в даний час спостерігається інша, ніж в 80-ті роки, електромагнітна обстановка на робочих місцях персоналу і в навколишньому середовищі. Це обумовлено швидким темпом появи нових джерел ЕМП з іншими видами модуляції і спектра випромінюваних сигналів. При цьому поняття «нове» до технічного пристрою швидко стає вчорашнім днем.

Особливо наочно це видно на прикладі засобів мобільного зв'язку, де за короткий період на ринок приходить вже п'яте покоління техніки. Біологічна дія ЕМВ, створюваних новими джерелами, ще не достатньо вивчена. У нашій країні і за кордоном вже отримані переконливі свідчення негативного впливу на здоров'я людей мобільних телефонів. За кордоном з'явилися перші дані про негативну дію ЕМВ мобільного зв'язку стандартів ТЕТРА (Іспанія).

В даний час практично у всьому радіохвиль відбувається зміна технології радіомовлення. Впровадження методів і засобів цифрової обробки, зберігання та передачі повідомлень дозволяє перетворити радіомовлення в систему інформаційного обслуговування, яка здійснює доставку та збереження аудіо- та мультимедійних повідомлень. При цьому в радіомовних системах інформаційного обслуговування істотно змінюється як спектр, так і займана ними ширина смуги випромінюваних сигналів.

Істотно відрізняються від колишніх характеристики електромагнітних випромінювань нових (в тому числі зарубіжних) радіолокаційних станцій. Науковими дослідженнями доведено істотну роль у біологічній ефективності ЕМП таких характеристик, як тривалість і частота проходження імпульсу, модуляція сигналу і т.ін. У випадку виникнення ЕМВ малої інтенсивності, їх роль в біологічних ефектах стає визначальною. Таким чином, очевидно, що

діючі сьогодні гранично допустимі рівні РЧ потребують уточнення та вдосконалення [8].

Біологічне обґрунтування ГДР - тривалий процес. З огляду на темпи розвитку техніки, можна прогнозувати і надалі відставання процесу наукового обґрунтування регламентів ЕМВ, створюваних новими джерелами. Таким чином, гранично допустимі рівні електромагнітних полів, що встановлюються, можна розглядати лише як попередження про можливий несприятливий вплив фактора, але не як гарантію безпеки. З впровадженням нової техніки і сучасних технологій виникає також проблема забезпечення дослідників адекватними реальній структурі електромагнітних полів засобами та методиками вимірювання рівнів ЕМП.

Інший важливий аспект проблеми електромагнітної безпеки пов'язаний з безконтрольним ввезенням в Україну з-за кордону техніки, що створює електромагнітні поля. При цьому неодмінною умовою є дотримання вимог експлуатація джерел ЕМВ з обов'язковою санітарно-епідеміологічної оцінкою їх небезпеки для здоров'я людини та наявність санітарно-епідеміологічного висновку. Однак на ділі значна частина товару не отримує такого.

Це призводить до того, що рівні РЧ, створювані технікою, що ввозиться, в багатьох випадках істотно перевищують ГДР, встановлені в Україні (наприклад для телефонів - ДСТУ 30428: ГОСТ 7153-85. ГОСТ 29280-92 «Нормы допускаемых индустриальных радиоустройств. Устройства проводной связи. Телефонные аппараты. Допускаемые величины. Методы испытаний»). Така ситуація, наприклад, має місце і при експлуатації магніторезонансних томографів. Дана техніка створює на робочих місцях медичного персоналу рівні індукції постійних магнітних полів, що у багато разів перевищують встановлені ГДР і представляють реальну загрозу здоров'ю.

Потребує особливої уваги процес гармонізації вітчизняних і зарубіжних стандартів щодо нормування впливу ЕМВ.

Так, зарубіжні виробники електротехніки керуються допустимими рівнями ЕМП, рекомендованими Міжнародною комісією із захисту від

неіонізуючих випромінювань (ICNIRP). В якості основного критерію при нормуванні ЕМВ в діапазоні 100 кГц - 300 ГГц ICNIRP розглядаються теплові ефекти.

У країнах колишнього СРСР, в т.ч. і в Україні, згідно з прийнятою методологією, критеріями при нормуванні не є тепловий ефект, а зміна функціонального стану чутливих до ЕМВ органів і систем організму. Деякі дослідники вважають, що прийнятий ICNIRP підхід до регламентування ЕМП з позиції теплових ефектів прийнятний при розгляді короткочасних впливів, але не для щоденного, багаторічного впливу електромагнітних полів.

У моделях з визначення питомої поглиненої потужності (SAR) – похідної за часом від енергії ЕМП, що поглинається одиницею маси в обсязі тіла заданої форми і щільності не враховуються ефекти, зумовлені модуляцією сигналу, зміни електрофізіологічних, біохімічних та інших процесів, що протікають на рівні цілісного організму. Залежно від місцевого стандарту, в різних країнах SAR коливається в межах 10^{-3} - 10^{-4} Вт/см².

В основі SAR лежить облік тільки лінійної залежності можливих біологічних ефектів від поглиненої дози, керуючись принципом «чим менше, тим безпечніше». Це, дійсно, справедливо для теплового ефекту. Однак, численні експерименти по впливу НВЧ і КВЧ полів на живі системи самого різного рівня організації - від мікробної клітини до людини - свідчать про принципову нелінійність сприйнятливості [31].

До недавнього часу залежність біологічної реакції від інтенсивності випромінювання (монохроматичного або шумоподібного) вважалася хоча і нелінійною, але все ж монотонною. За даними нових досліджень в біоефектах ЕМВ присутня нова якість - немонотонна залежність: при зниженні інтенсивності ефект може пропадати і знову виникати [32].

Т.ч. неефективність нормування по SAR знаходить все більше підтверджень, в тому числі в негативному впливі на здоров'я людей ЕМВ мобільних телефонів.

Цікаво також, що Документ ICNIRP є рекомендаційним і члени ICNIRP в разі виникнення шкоди здоров'ю не несуть ніякої відповідальності, окрім моральної. У країнах СНД - СанПіН, ГОСТи, ДСТУ розроблені на основі цільових скоординованих науково-дослідних розробок, мають статус обов'язкового державного документа. У разі порушення вимог документа і заподіяння шкоди здоров'ю настає юридична відповідальність.

У документі ICNIRP основні обмеження для ЕМП в діапазоні 100 кГц - 300 ГГц не беруть до уваги нетеплові біоефекти [8].

З огляду на ситуацію, що склалася, наприклад, Російський національний комітет із захисту від неіонізуючих випромінювань вважає за доцільне сприяти ВООЗ в програмі міжнародної гармонізації стандартів в області біологічної дії ЕМП і формуванні єдиної бази наукових даних про біоефекти ЕМП, побудованої на об'єктивних наукових критеріях. До реалізації програми гармонізації регламентів, необхідно вже зараз розробити Міжнародний стандарт безпеки для користувачів абонентських терміналів рухомого радіозв'язку. При цьому слід врахувати підвищений ризик негативного впливу на здоров'я локального багаторазового, тривалого опромінення головного мозку, особливо у дітей.

Це лише деякі невирішені завдання комплексу заходів щодо забезпечення безпеки від ЕМВ. Можна констатувати, що як і раніше існує недооцінка багатоаспектної небезпеки електромагнітних випромінювань.

Таким чином, основними напрямками в галузі захисту персоналу та населення від впливу ЕМП технічних засобів повинно бути гігієнічне нормування ЕМВ, що враховує реальні параметри випромінювань. Потребує особливої уваги процес гармонізації вітчизняних і зарубіжних стандартів. Узгоджені стандарти не повинні містити регламенти ЕМВ, небезпечні для здоров'я людей. Вітчизняні методичні підходи до обґрунтування гранично-допустимих рівнів ЕМВ базуються на більш, ніж піввіковому досвіді вивчення біологічної дії фактора. Для практичного вирішення завдання захисту від ЕМВ необхідна координація та об'єднання зусиль вчених, гігієністів, технічних

фахівців і державних структур, відповідальних за нормативно-правове забезпечення електромагнітної безпеки людини і об'єктів навколишнього середовища.

Перспективи забезпечення екологічної безпеки при поводженні з техногенними джерелами електромагнітного випромінювання визначаються програмними і практичними заходами щодо захисту від шкідливого впливу електромагнітного випромінювання.

Одним з пріоритетних питань є прогнозування ситуації з використанням технологій, які застосовують ЕМВ, для загальної оцінки небезпеки забруднення довкілля.

Безпека біоекосистем визначається близькістю їх стану до кордонів стійкості при природному електромагнітному фоні. Ця близькість може визначатися встановленням нормативних показників, але підхід з урахуванням природного фону передбачає збільшення показників техногенних джерел. З іншого боку, якщо враховуються норми, засновані на дотриманні тільки технічного регламенту без урахування впливу ЕМВ на живі організми, то гранично допустимі величини будуть значно завищені з біологічної точки зору. Встановлення загальних норм впливу електромагнітного випромінювання на навколишнє середовище, що враховують всі біологічно обґрунтовані рівні для випромінювань слабкої і сильною інтенсивності, як уже було відзначено вище, до певної міри ускладнене і до сих пір не отримало однозначного тлумачення. Тим не менш, це не затримує розвиток загальних принципів захисту [14].

Програмні заходи щодо зниження електромагнітної небезпеки ґрунтуються на цілій низці об'єктивних положень і позицій фізичного, конструктивного і планувального характеру, які здійснюються в межах території проживання. Так, слід враховувати, що інтенсивність ЕМВ швидко зменшується зі збільшенням відстані від джерела. З іншого боку, в сучасному світі різко збільшується кількість і різноманітність нових джерел, розширюється сфера їх використання. У межах населених територій завжди діє ціла мережа джерел, що створює «павутину» небезпечних випромінювань і тим

самим вносить труднощі в здійснення засобів зниження небезпеки. До програмних заходів можна віднести [1]:

- Забезпечення умов стійкого контролю стану технологій, які використовують ЕМВ, виконання науково-дослідних робіт з розробки методик оцінки ситуацій, апаратури, принципів вивчення небезпечних явищ; проведення постійних спостережень за станом електромагнітного забруднення; проведення експертизи; участі в розробці та коригуванні норм безпеки з урахуванням регіональних умов;
- Здійснення контролю за прийняттям оптимальних рішень в архітектурно-містобудівних проектах забудови, де передбачається використовувати системи пристроїв з електромагнітними випромінюваннями;
- Організація та налаштування системи постійного інструментального контролю за рівнем інтенсивності ЕМВ в межах розглянутої населеної території, санітарно-захисної зони і навколишнього природного середовища.

До практичних заходів щодо зниження електромагнітної небезпеки слід віднести: архітектурно-планувальні, інженерно-технічні, організаційні.

Архітектурно-планувальні і будівельні системи зниження небезпеки електромагнітних випромінювань в просторі населених територій враховують принцип збільшення відстані від джерела з метою зменшення інтенсивності випромінювань. Відповідно до цієї групи заходів:

- в архітектурно-планувальних проектах забудови нових територій або ущільненні існуючої забудови слід враховувати майбутнє створення і розвиток систем і мереж з чітким і раціональним розміщенням джерел електромагнітних випромінювань з урахуванням рельєфу місцевості, щільності забудови, орієнтації будівель, їх поверховості та площі скління. Доцільно добиватися створення рівномірної зони електро- і радіопокриття в межах елемента забудови (квартал, мікрорайон), не допускати утворення зон інтенсивного випромінювання на обмежених ділянках;

- не слід включати в проекти забудови території, прилеглі до зони розміщення ЛЕП (особливо високої потужності) [21];

- при розробці планувальних рішень забудови доцільно обмежити масовий заїзд і паркування автомобілів безпосередньо в населеній зоні (житлові комплекси, котеджні селища і т. п.). Будівництво багаторівневих гаражів і стоянок найбільш раціонально на кордонах населених зон;

- необхідно обмежити розташування житлових будинків безпосередньо поблизу електрифікованих трамвайних, тролейбусних і залізничних шляхів. Найбільш прийнятним є розташування уздовж шляхів будівель громадського призначення. Житлові будинки в цих випадках доцільно розташовувати всередині кварталу. У сформованій забудові можливе часткове обмеження впливів ЕМВ шляхом перебудови нижніх поверхів під громадські, офісні та торгові приміщення.

- в даний час уздовж автомобільних трас влаштовуються протишумові екрани в місцях, де дороги близько підходять до забудови. Такі екрани з гофрованих залізобетонних плит можуть бути обладнані металевими сітками для захисту від електромагнітного впливу автотранспорту;

- в зв'язку зі збільшенням різноманітності, кількості і потужності побутових пристроїв, що генерують електромагнітні випромінювання, доцільно внести зміни в планування кухонних приміщень в квартирах і столових установах (особливо призначених для дітей) з виділенням спеціальної зони для розташування діючих побутових установок (НВЧ-печі, електropечі, тостери, електровитяжки і ін.). Зона може бути відокремлена від іншої частини приміщення завісами з металізованої тканини, що знижує рівень випромінювань в момент дії приладів.

- при проектуванні, будівництві та дизайнерському оформленні приміщень (промислових, адміністративних, житлових) необхідно проводити підбір та комплектацію матеріалів, що володіють підвищеними ізолюючими властивостями і екрануючими параметрами. Так, наприклад, можна використовувати металеву сітку під штукатуркою, металізовані шпалери [21].

З архітектурно-планувальними тісно пов'язані організаційні заходи захисту. Останні спрямовані на забезпечення оптимальних варіантів

розташування об'єктів, що є джерелами випромінювання, і об'єктів, що виявляються в зоні впливу, організацію праці і відпочинку персоналу з метою знизити до мінімуму час перебування в умовах впливу, попередити можливість попадання в зони з інтенсивностями, що перевищують ГДР, тобто здійснити захист «часом».

До організаційних заходів захисту слід віднести і проведення ряду лікувально-профілактичних заходів. Це, перш за все, обов'язковий медичний огляд при прийомі на роботу, наступні періодичні медичні обстеження, що дозволяє виявити ранні порушення в стані здоров'я персоналу, відсторонити від роботи при виражених змінах стану здоров'я.

У кожному конкретному випадку оцінка ризику здоров'ю працюючих повинна базуватися на якісній і кількісній характеристиці факторів. Істотним з позиції впливу на організм є характер професійної діяльності та стаж роботи. Важливу роль відіграють індивідуальні особливості організму, його функціональний стан.

До організаційних заходів слід віднести також застосування засобів наочного попередження про наявність того чи іншого випромінювання, проведення інструктажів, лекцій з безпеки праці при роботі з джерелами випромінювань і профілактиці їх несприятливого і шкідливого впливу. Велику роль в організації захисту грають об'єктивна інформація про рівні інтенсивностей на робочих місцях і чітке уявлення про їх можливий вплив на стан здоров'я працюючих [1].

Захист «часом» передбачає знаходження в контакті з випромінюванням тільки за службовою необхідністю з чіткою регламентацією за часом і простором скоєних дій; автоматизацію робіт; зменшення часу настроювальних робіт і т. ін. В залежності від рівнів, що впливають (інструментальний і розрахунковий методи оцінки) час контакту з ними визначається відповідно до чинних нормативних документів.

Захист раціональним (оптимальним) розміщенням має на меті визначення санітарно-захисних зон, зон неприпустимого перебування на

етапах проектування. У цих випадках для визначення ступеня зниження впливу в якомусь просторовому обсязі використовують спеціальні розрахункові, графоаналітичні, інструментальні (стадія експериментальної експлуатації) методи.

В цілому, захист організму людини від впливу електромагнітних випромінювань передбачає зниження їх інтенсивності до рівнів, що не перевищують гранично допустимі. Захист забезпечується вибором конкретних методів і засобів, обліком їх економічних показників, простотою і надійністю експлуатації. Організація цього захисту має на увазі [6]:

- оцінку рівнів інтенсивності випромінювань на робочих місцях і їх зіставлення з чинними нормативними документами;
- вибір необхідних заходів і засобів захисту, що забезпечують ступінь захищеності в заданих умовах;
- організацію системи контролю над функціонує захистом.

За своїм призначенням захист може бути колективним, який передбачає заходи для груп персоналу, і індивідуальним - для кожного індивіда окремо.

Організаційні заходи колективного та індивідуального захисту засновані на одних і тих же принципах і в деяких випадках відносяться до обох груп. Різниця лише в тому, що перші спрямовані на нормалізацію електромагнітної обстановки для цілих колективів, на великих виробничих площах, а другі зменшують випромінювання при індивідуальній регламентації праці.

Інженерно-технічні заходи захисту застосовуються в тих випадках, коли вичерпана ефективність організаційних заходів. В даний час розроблено цілий напрямок по захисту і нейтралізації електромагнітних випромінювань при роботі з комп'ютерами, телевізорами, радіотелефонами, оргтехнікою та іншими технічними засобами. Багато види технічних засобів захисту можна віднести до засобів індивідуального захисту.

Так, індивідуальні засоби захисту призначені для запобігання впливу на організм людини ЕМВ з рівнями, що перевищують гранично допустимі, коли

застосування інших засобів неможливо або недоцільно. Вони можуть забезпечити спільний захист, або захист окремих частин тіла (локальна захист).

Слід зазначити, що колективний захист в порівнянні з індивідуальним краще внаслідок простоти обслуговування і проведення контролю над ефективністю захисту. Однак його впровадження часто ускладнюється високою вартістю, складністю захисту великих просторів. Недоцільно, наприклад, його використання при проведенні короткочасних робіт в полях з інтенсивністю вище гранично допустимих рівнів. Це ремонтні роботи в аварійних ситуаціях, настройка і вимір в умовах відкритого випромінювання, при проході через небезпечні зони і т.ін. У таких випадках показано застосування індивідуальних засобів захисту.

Практичні заходи, що сприяють індивідуальному захисту суб'єктів від ЕМВ, безпосередньо пов'язані з часом перебування людини під впливом електромагнітного випромінювання, відстанями між джерелом і суб'єктом впливу, а також предметами життєвої необхідності (одяг, взуття і т. п.). Так слід враховувати [1]:

- час безперервного перебування перед монітором комп'ютера повинний бути обмежений 2 годинами, а відстань між монітором і користувачем не повинна бути менше 0,8 м;

- при використанні побутової техніки в обмеженому часовому режимі можна забезпечити електромагнітну безпеку, якщо користувач під час роботи джерела буде перебувати на відстані не менше 0,5 м (для НВЧ-печі - 1,0 м) або за захисним екраном-фіранкою;

- у проектах інтер'єру і при подальшому здійсненні проекту необхідно звернути увагу на розташування електророзеток в приміщеннях. Розетки, розташовані поблизу ліжка, створюють небезпеку для людини, сплячої під впливом випромінювання протягом 7-10 годин;

- рекомендується використовувати сотовий телефон не більше 2 хвилини за одне включення і не більше 2 годин на добу. Включений мобільний телефон не рекомендується носити близько до тіла, доцільно розташовувати його в

сумці, портфелі і т. п. Під час сну телефон повинен знаходитися на відстані 1,5-2,0 м від користувача;

- люди, які проживають в зонах впливу техногенних ЕМВ, повинні обмежено носити одяг із синтетичних тканин, що створюють на тілі статичну електрику. Вплив ЕМВ створює додаткове збільшення рівня електризації. Те ж саме відбувається при носінні синтетичної взуття та користуванні побутовими виробами з пластмаси;

- під час прогулянок, туристичних переходів і подорожей потрібно уникати довготривалих зупинок і особливо ночівель під лініями електропередач або в безпосередній близькості від них [1].

В кінцевому підсумку, загальні практичні заходи щодо захисту від ЕМВ можна звести до кількох основних правил:

1. Зменшити вплив ЕМВ, можливо збільшуючи індивідуальне відстань до джерела випромінювання.
2. Якщо не можна уникнути впливу ЕМВ, необхідно спробувати його максимально обмежити.
3. Якщо немає дійсної необхідності у включенні приладу - необхідно його вимкнути (або не включати).

Фахівці рекомендують, щоб діти до 10 років взагалі не використовували сотові телефони. Діти старшого віку також потребують дотримання суворих принципів щодо використання телефонів. Ідея настільки серйозна, що в багатьох країнах, наприклад, у Великобританії, Міністерство освіти рекомендує заборонити користування мобільними телефонами дітям до 16 років, оскільки випромінювання таких телефонів найбільше впливає якраз на дітей.

Необхідно спробувати уникнути знаходження або обмежити час роботи в обстановці, де використовуються бездротові пристрої - мережі, Wi-Fi, модеми та радіотелефони.

Викладені правила і рекомендації особливо стосуються т.зв. груп високого ризику серед населення. Дані групи більш схильні до негативних

факторів ЕМВ, пов'язаним з інтенсивністю ЕМВ, накопичувальною дією, тривалістю дії випромінювання, частотою, модуляцією сигналів і ін. До груп високого ризику відносяться [1]:

1). Група Високого ризику 1.

Отримуючи одні і ті ж дози ЕМ опромінення, деякі люди з більшою ймовірністю будуть страждати від його наслідків ніж інші, через біологічні особливості їх організмів:

- Діти;
- Вагітні жінки;
- Люди, які дотримуються дієт;
- Люди, які страждають від хронічних дегенеративних захворювань.

2). Група Високого ризику 2.

У неї входять люди, які з більшою ймовірністю будуть схильні до ЕМ випромінювання ніж інші, через специфіку своєї професії або умов роботи:

- Робочі;
- Активні користувачі побутової електроніки;
- Люди, які живуть недалеко від високовольтних ліній електропередач.

Перераховані заходи і правила не є достатніми і повністю радикальними, що знімають проблему електромагнітного «забруднення» та захисту здоров'я людини.

Рішення проблеми електромагнітного забруднення довкілля є комплексним завданням, яка зачіпає соціальні, економічні і навіть політичні інтереси різних відомств і промислових корпорацій, потребує координації науково-дослідних робіт і проектів.

Тенденція розвитку і збільшення використаних технологій із застосуванням ЕМВ передбачає одночасний розвиток розробок нових і ефективних захисних заходів, основою яких є безпека людини і екосистем. Головним в концепції безпеки екологічного середовища від впливу ЕМВ є встановлення об'єктивних гранично допустимих нормативних значень їх інтенсивності для збереження стійкості організму і стабільності екосистем.

ВИСНОВКИ

У сучасних умовах все більше зростає значимість завдань із захисту від електромагнітних випромінювань (ЕМВ). Неминучість впливу ЕМВ на населення і навколишнє середовище стала даниною сучасному технічному прогресу. Це пов'язано не тільки із зростанням кількості джерел ЕМВ, але і сфер їх застосування.

Завдяки цьому простори сучасних населених територій пронизані електромагнітними випромінюваннями різних діапазонів, насичені електромагнітними полями, викликаними роботою технічних засобів і пристроїв. Концентрація електромагнетизму в навколишньому середовищі постійно збільшується, набуваючи вигляду загального електромагнітного забруднення. За останні десятиліття забрудненість навколишнього середовища від ЕМВ зросла не менше ніж в 10 тис. разів, досягнувши глобального характеру, порівнянного і часто перевищуючого за значимістю вплив хімічних і радіаційних факторів.

Проблема біологічної дії електромагнітних полів настільки значуща, що Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) включила проблему впливу електромагнітних випромінювань на живу природу в список пріоритетних і ввела термін «глобальне електромагнітне забруднення середовища».

Численні експериментальні дані свідчать про високу біологічну активність ЕМВ у всіх частотних діапазонах. Вона значно перевищує природний рівень, що встановився в процесі розвитку біосистем і обумовлений впливом природних випромінювань.

Електромагнітні випромінювання представляють особливу форму матерії, яка характеризується сукупністю прояви електричних і магнітних властивостей. Будь-яка система, яка виробляє, розподіляє і споживає електричну енергію, неминуче створює електромагнітне випромінювання, яке гуртується всередині і поза джерела у вигляді електромагнітного поля (ЕМВ).

ЕМВ являє структуру взаємодії електричного і магнітного полів. При цьому електричне поле, що змінюється в часі (створюється електричними зарядами) породжує магнітне поле (створюється при русі електричних зарядів по провідній субстанції), яке при своїй зміні, в свою чергу, створює вихрове електричне поле. Обидві складові - електричне та магнітне поля - при безперервній дії виробляють взаємне збурення, в процесі якого відбувається прискорення рухомих частинок.

Формування ЕМВ в залежності від відстані від джерела проходить в дві стадії:

- У першому випадку електромагнітне поле знаходиться в так званій зоні індукції і володіє статичними властивостями, тут магнітна складова поля менше ніж електрична. З цієї причини ЕМВ оцінюється по електричній складовій напруженості поля E (В / м).

- Подальше формування ЕМВ з наростанням інтенсивності (швидкість заряджених частинок) переводить його в зону електромагнітної хвилі, в якій формується випромінювання. Тут вже виражені обидві його складові - електрична і магнітна, тому в цій зоні ЕМВ оцінюється поверхневою щільністю потоку енергії - $Вт/м^2$ ($1Вт/м^2 = 0,1мВт/см^2 = 100мкВт/см^2$).

Крім напруженості і щільності потоку енергії ЕМВ як фізична величина характеризується також індукцією магнітного поля B , що характеризує дію магнітного поля на рухомий заряд. Одиницею магнітної індукції є 1 Тесла (Тл); напруженістю магнітного поля - H . Одиницею напруженості магнітного поля є 1 ерстед (Е).

Основними параметрами електромагнітного випромінювання як хвилі є довжина хвиль λ , (м); частота коливання f , (Гц). Залежно від частоти коливання (довжини хвилі) виділяються наступні електромагнітні коливання, звані радіочастотними.

Для оцінки рівня впливу на навколишнє середовище ЕМВ також оцінюються кількістю енергії (потужністю), що переноситься хвилею в

напрямку свого поширення, що характеризується щільністю потоку енергії $1\text{Вт}/\text{м}^2$.

Залежно від природи розрізняють природні (природні) і техногенні джерела електромагнітного випромінювання.

До основних природних джерел ЕМП відносяться:

- 1). Радіовипромінювання Сонця і галактик (реліктове випромінювання, рівномірно поширене у Всесвіті);
- 2). Електричне і магнітне поля Землі;
- 3). Атмосферна електрика.

Техногенні джерела ЕМП можна розділити на наступні групи:

- системи виробництва, передачі, розподілу та споживання електроенергії постійного і змінного струму (0-3 кГц): електростанції, лінії електропередачі (ЛЕП), трансформаторні підстанції, системи електропостачання, побутові прилади;

- транспорт на електроприводі (0-3 кГц): залізничний транспорт і його інфраструктура, міський транспорт - метрополітен, тролейбуси, трамваї і т. п. - є відносно потужним джерелом магнітного поля в діапазоні частот від 0 до 1000 Гц;

- функціональні передавачі: радіомовні станції низьких частот (30 - 300 кГц), середніх частот (0,3 - 3 МГц), високих частот (3 - 30 МГц) і надвисоких частот (30 - 300 МГц); телевізійні передавачі; базові станції систем рухомого (в т. ч. сотового) радіозв'язку; наземні станції космічного зв'язку; радіорелейні станції; радіолокаційні станції і т. п., системи виробництва, передачі, розподілу та споживання електроенергії постійного і змінного струму і т.ін.

На відміну від природних джерел ЕМВ, до яких біологічні організми адаптувалися в процесі еволюції або виробили системи протидії всі діапазони техногенних ЕМВ інтенсивно впливають на здоров'я людей і стан природного середовища. Високий ступінь їх небезпеки посилюється тим, що наслідки можуть проявлятися після сплину досить тривалого часу і негативно впливати на стан імунної та генетичної стійкості поколінь.

Сутність впливу ЕМП залежить від діапазону частот, інтенсивності і тривалості дії, характеру випромінювання (безперервне або модульоване), режиму опромінення, розмірів тіла, індивідуальних особливостей організмів і т.ін. ЕМП можуть викликати біологічні та функціональні несприятливі ефекти в організмі.

Функціональні ефекти виражаються в передчасній стомлюваності, головних болях, порушенні сну, функцій серцево-судинної і нервової систем. Тривалий та інтенсивний вплив ЕМВ призводить до стійких порушень і захворювань (паталогічні ефекти).

Біологічно несприятливі ефекти впливу ЕМВ проявляються в тепловому і нетепловому впливах.

Встановлено, що найбільш небезпечними для людини є, як не дивно, слабкі і надслабких складові електромагнітних випромінювань в діапазоні високих частот від 10 ГГц і вище. Ці складові генеруються багатьма видами сучасних електронних приладів.

Цікаво, що тіло людини по відношенню до низькочастотних (<105 Гц) ЕМВ має властивості провідника. Під дією зовнішнього поля в тканинах виникає струм провідності. Основними представниками вільних зарядів служать іони. При цьому довжина ЕМ хвиль низьких частот багаторазово перевершує розміри людського тіла, внаслідок чого весь організм піддається впливу таких хвиль. Дія на організм низькочастотних ЕМВ не викликає помітного нагрівання тканин, так як тепла енергія, що поглинається при цьому тканинами, менше метаболічної теплопродукції, тобто поглинання електромагнітної енергії живими тканинами супроводжується підвищенням їх температури, якщо потужність, що поглинається перевершує потужність розсіювання теплової енергії. Основний ефект від впливу ЕМВ таких частот на організм пов'язаний з порушенням тканин організму, або його окремих органів.

На відміну від реакцій організму на ЕМП низької частоти, високочастотні біологічні ефекти електромагнітних випромінювань обумовлені

головним чином тепловою енергією, що виділяється в тканинах, які зазнали опромінення.

Довжина хвилі на частотах від 1,0 до 3000 МГц перевершує розміри тіла людини. Такі поля можуть надавати як локальний, так і загальний вплив на нього. Характер впливу залежить від того, чи все тіло або частина його знаходиться в полі. На більш високих частотах (частота понад 3000 МГц) довжина хвилі менше розмірів тіла людини, що обумовлює тільки локальну дію ЕМВ. Крім того, з підвищенням частоти зменшується глибина проникнення електромагнітних коливань в організм.

Глибина проникнення залежить не тільки від частоти зовнішнього ЕМВ, а й від електричних властивостей тканин, в які воно проникає. Для жирової і кісткової тканин ця величина на порядок більше, ніж для м'язової.

Значну роль відіграють резонансні процеси, пов'язані з біологічними ритмами людини. Резонансне посилення або ослаблення цих ритмів в клітинах можуть породжувати різноманітні психофізіологічні ефекти з негативними наслідками.

За величиною дози і характером опромінення виділяють гостре і хронічне ураження мікрохвильовими випромінюваннями. До гострих поразок відносять порушення, що виникають в результаті короткочасного впливу мікрохвиль щільністю потоку енергії (ЩПЕ), що викликає термогенним ефект. Хронічне ураження - результат тривалого впливу випромінювань субтеплової ЩПЕ.

Біологічними дослідженнями встановлено, що найбільш чутливими до впливу ЕМВ є: центральна нервова система, очі, гонади. При цьому можуть відбуватися порушення діяльності серцево-судинної, нейроендокринної, кровотворної, імунної систем та обмінних процесів. Дослідження показали, що статеві органи дуже чутливі до опромінення ЕМП.

Проведені в останні роки численні дослідження показують, що біофізичні механізми впливу ЕМВ на біологічні системи не можна звести до двох розглянутих вище: перегрівання в високочастотних полях і збурення - в

низькочастотних. Зараз увагу дослідників біологічних ефектів електромагнітних випромінювань зосереджено на третьому механізмі. Його називають специфічним. Найбільш характерна особливість специфічної дії ЕМВ на організм полягає в тому, що біологічні системи реагують на випромінювання вкрай низької інтенсивності, недостатньої для збурення і нагрівання, але такі реакції виникають не в усьому діапазоні ЕМВ, а на певних частотах. Тому третій тип реакцій біологічних систем на ЕМВ має ще й такі назви, як резонансні і слабкі взаємодії, частотнозалежні біологічні ефекти ЕМВ.

Біологічні ефекти слабких ЕМВ визначаються високою виборчої чутливістю до них (у вузькому спектральному діапазоні) того чи іншого типу клітин. Мабуть, найбільшою сприйнятністю до слабких полів мають нейрони головного мозку.

Поки що даний тип механізмів впливу вивчений недостатньо, однак серед виявлених в ході досліджень закономірностей в дії надвисокочастотних полів нетеплової інтенсивності можна відзначити наступні, пов'язані зі здатністю ЕМП негативно впливати. Даний тип механізмів лежить в основі негативного впливу на організм в плані збоїв в передачі генетичної інформації, включення механізмів формування патологій після сплину тривалого часу після впливів ЕМП на організм.

Можливо подальші дослідження в даному напрямку допоможуть дати відповідь на актуальне і спірне питання про негативність випромінювання мобільного телефону для користувача.

Істотну небезпеку для людини становлять також «решітки» силових ліній електромагнітного поля Землі - сітки Хартмана (Меридіан-паралельного напрямку), що утворює осередки типу прямокутника, і діагональної сітки Кюрі (напрямки північний захід на південний схід і північний схід на південний-захід), що утворює осередки ромбовидної форми. Мабуть, сітки здійснюють взаємодію (енергообмін) між космічними випромінюваннями і магнітним полем Землі.

Для людини небезпечно тривалий час перебувати в вузлах цих сіток (в місцях перетину силових ліній), званих геопатогенними зонами - виникають дисфункції нервової системи, різко знижується імунітет і, як наслідок, виникають хронічні інфекції та пухлини.

Безліччю досліджень з'ясовано, що електромагнітні хвилі істотно впливають на інші біологічні об'єкти, які проявляються в різноманітті індукованих ефектів. Так, дуже чутливими до дії ЕМП є комахи (медоносні бджоли, бабки, метелики, мурахи).

Експерименти з вищими тваринами (щури, свині) показали, що електромагнітні випромінювання можуть пригнічувати вироблені умовні рефлекси, знижують чутливість до звуку, а найголовніше - призводять до зміни біопотенціалів головного мозку, особливо це помітно при впливі випромінювань хвиль сантиметрової довжини. Ряд досліджень дозволяють зробити висновок про високу чутливість птахів (наприклад, папуг) до НВЧ поля.

Питання подальших досліджень негативного впливу ЕМІ на біологічні організми особливо актуальні в сучасних умовах (особливо в міських умовах).

Електромагнітне забруднення міських територій слід розглядати в кількох напрямках, головними з яких є:

- 1) безпосередній вплив електричних і магнітних полів на населення міста;
- 2) вплив техногенних електропроцесів (полів, струмів) на природне геолого-геофізичне середовище міста;
- 3) спотворення природних режимів природних електромагнітних процесів і, як наслідок, опосередкований вплив на живий організм і технічні системи (гальванопроекти, електрокорозія і ін.);
- 4) гібридизація і взаємне посилення процесів, викликаних електромагнітним і іншими видами забруднень.

Зростання рівня електромагнітного забруднення дозволило говорити останнім часом про «електромагнітний смог» (за аналогією з хімічним смогом).

«Електромагнітний смог» - це забруднення середовища проживання людини неіонізуючими випромінюваннями від пристроїв використовуючих, передавальних і генеруючих електромагнітну енергію і виникають через недосконалість техніки і/або нераціональність її застосування (термін введений ВООЗ).

«Електромагнітний смог» можна класифікувати на три види:

- а). смог відкритої місцевості (вуличний);
- б). смог в приміщеннях (від освітлювальних систем, побутових приладів);
- в). смог від пристроїв мобільного зв'язку і т.п.

Таким чином, в даний час в процесах розвитку технічних засобів, які випромінюють електромагнітну енергію, існує три стійкі тенденції, які змушують звертати пильну увагу на питання електромагнітного забруднення.

Перша - збільшення кількості випромінюючих засобів за рахунок технічного освоєння і більш щільного заповнення частотних діапазонів, розширення мережі радіозв'язку і радіомовлення, збільшення каналів телевізійного мовлення та інших служб.

Друга - збільшення енергетичних потенціалів технічних засобів шляхом збільшення потужностей приладів і передавачів, збільшення ефективності передавальних антен засобів телекомунікацій та їх територіальної концентрації.

Третя - впровадження складної електронної побутової техніки, персональних, портативних комп'ютерів, мобільних пристроїв, що використовують різні стандарти бездротового зв'язку в т.ч. для передачі інформації (Wi-Fi, Wi-Max, 3G, 4G) і інших досягнень нових технологій.

В даний час спостерігається погіршення екологічної ситуації по електромагнітному фактору особливо в великих населених пунктах. Це слід пов'язувати, в першу чергу, з переважаючим відомчим, чисто комерційним і споживчим підходом до питань використання ЕМП. Випромінюючі технічні засоби і об'єкти розміщуються на дахах житлових будинків і поблизу зон

масового перебування людей без аналізу вже існуючої електромагнітної обстановки, прогнозування ЕМП розміщувальних заходів. Як правило, для розміщення випромінюючих технічних засобів використовуються одні й ті ж зручні з точки зору масового обслуговування місця установки антен (щогли, вежі, висотні будівлі і т.ін.). Незважаючи на регламентації та обмеження щодо використання технічних засобів, що випромінюють в навколишнє середовище ЕМП, в комерційних цілях іноді реалізується не сертифікована по гігієнічних параметрах і параметрам електромагнітної сумісності апаратура і т.ін.

Несприятлива ситуація з електромагнітним чинником пов'язана також зі слабкою матеріально-технічною базою екологічного електромагнітного моніторингу навколишнього середовища в Україні.

В Україні питання забезпечення електромагнітної безпеки як системи організаційних і технічних заходів, що забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу ЕМВ регулюються положеннями цілого ряду нормативно-правових документів законодавчого і підзаконного характеру.

Особливо цікаві проекти Закону України «Про електромагнітну безпеку населення» та «Про захист людини від негативного впливу електромагнітного випромінювання базових станцій систем стільникового зв'язку», подані на розгляд до Верховної Ради України 23.03.2007 р. і 12.12.2013 р. відповідно.

Перий проект Закону визначає правові та організаційні засади здійснення державного контролю за створенням, функціонуванням та використанням об'єктів, що є джерелом електромагнітного випромінювання, визначає права і обов'язки державних і приватних підприємств, установ, організацій, громадян та повноваження суб'єктів, що забезпечують його виконання, і спрямований на створення безпечних для людини і його нащадків умов життєдіяльності шляхом попередження можливого виникнення несприятливих наслідків впливу електромагнітного випромінювання на здоров'я.

Важливе місце в забезпеченні даної системи, регульованої законодавчими нормами, займає дотримання гранично допустимих рівнів

(ГДР) електромагнітних полів. Санітарні та технічні регламенти, встановлюють конкретні значення ГДР.

Існуючі проблеми забезпечення екологічної безпеки при поводженні з техногенними джерелами електромагнітного випромінювання викликані низкою причин.

Так, визначаючи одну з ключових проблем забезпечення безпеки від ЕМВ, можна стверджувати, що на даний момент не розроблені загальні, інтегровані, гранично допустимі рівні випромінювань, які діють в різних зонах населених просторів від всіх в сукупності ймовірних джерел, що використовуються людиною в своїй діяльності і життєвих циклах.

Дане ствердження підтверджує той факт, що в даний час гранично допустимі умови для оцінки впливу ЕМП на навколишнє середовище в цілому не розроблені ні в одній країні. Є тільки результати окремих досліджень впливу ЕМП на компоненти екосистем. Це обумовлено вибором критеріїв, за якими можна судити про ступінь шкідливості ЕМП певного рівня.

В цілому, слід зазначити, що в проблемах електромагнітної екології виділилося три напрямки:

- біофізичне, що займається питаннями дослідження взаємодії біологічних тканин з ЕМП;
- медико-біологічне, яке займається вивченням і нормуванням фактора на навколишнє середовище і людину;
- науково-технічне, метою якого є розробка методів і засобів аналізу в навколишньому середовищі ЕМП і захисту від них у разі необхідності.

Більшість діючих в даний час регламентів ЕМП були розроблені в Радянському Союзі в 80-і роки. Методологія нормування включала гігієнічні дослідження, клінічні спостереження, аналіз захворюваності з тимчасовою непрацездатністю, дослідження із залученням добровольців і експерименти на тваринах. При цьому в експериментах моделювалися реальні умови опромінення по частотному діапазону, видам модуляції ЕМВ, поширених тоді джерел випромінювання. Процес наукового обґрунтування ГДР займав кілька

років. Дослідження мали гарантоване бюджетне фінансування. Впровадження розроблених в Радянському Союзі гігієнічних нормативів дозволило знизити рівні ЕМВ на робочих місцях і ризик порушення здоров'я у осіб, що контактують з ЕМП.

Однак, в даний час спостерігається інша, ніж в 80-ті роки, електромагнітна обстановка на робочих місцях персоналу і в навколишньому середовищі. Це обумовлено швидким темпом появи нових джерел ЕМП з іншими видами модуляції і спектра випромінюваних сигналів. При цьому поняття «нове» до технічного пристрою швидко стає вчорашнім днем. Особливо наочно це видно на прикладі мобільного зв'язку, де за короткий період на ринок приходить вже п'яте покоління техніки. Біологічна дія ЕМВ, створюваних новими джерелами, ще не достатньо вивчена.

В даний час практично у всьому діапазоні радіочастот відбувається зміна технології радіомовлення. Впровадження методів і засобів цифрової обробки, зберігання та передачі повідомлень дозволяє перетворити радіомовлення в систему інформаційного обслуговування, яка здійснює мовлення аудіо- та мультимедійних повідомлень. При цьому в радіомовних системах інформаційного обслуговування істотно змінюється як спектр, так і займана ними ширина смуги випромінюваних сигналів. Істотно відрізняються від колишніх характеристики електромагнітних випромінювань нових (в тому числі зарубіжних) радіолокаційних станцій. Науковими дослідженнями доведено істотна роль у біологічній ефективності ЕМП таких характеристик, як тривалість і частота проходження імпульсу, модуляція сигналу і т.ін. У випадку виникнення ЕМВ малої інтенсивності, їх роль в біологічних ефектах стає визначальною. Таким чином, очевидно, що діючі сьогодні гранично допустимі рівні РЧ потребують уточнення та вдосконалення.

Біологічне обґрунтування ГДР - тривалий процес. З огляду на темпи розвитку техніки, можна прогнозувати і надалі відставання процесу наукового обґрунтування регламентів ЕМВ, створюваних новими джерелами. Таким чином, гранично допустимі рівні електромагнітних полів, що встановлюються

можна розглядати лише як попередження про можливий несприятливий вплив фактора, але не як гарантію безпеки. З впровадженням нової техніки і сучасних технологій виникає також проблема забезпечення дослідників адекватними реальній структурі електромагнітних полів засобами та методиками вимірювання рівнів ЕМП.

Неодмінною умовою є дотримання вимог експлуатація джерел ЕМВ з обов'язковою санітарно-епідеміологічної оцінкою їх небезпеки для здоров'я людини та наявність санітарно-епідеміологічного висновку.

Потребує особливої уваги процес гармонізації вітчизняних і зарубіжних стандартів щодо нормування впливу ЕМВ.

Так, зарубіжні виробники електротехніки керуються допустимими рівнями ЕМВ, рекомендованими Міжнародною комісією із захисту від неіонізуючих випромінювань (ICNIRP). В якості основного критерію при нормуванні ЕМВ в діапазоні 100 кГц - 300 ГГц ICNIRP розглядаються теплові ефекти.

У країнах колишнього СРСР, в т.ч. і в Україні, згідно з прийнятою методологією, критеріями при нормуванні є не тепловий ефект, а зміна функціонального стану чутливих до ЕМВ органів і систем організму. Деякі дослідники вважають, що прийнятий ICNIRP підхід до регламентування ЕМВ з позиції теплових ефектів прийнятний при розгляді короткочасних впливів, але не для щоденного, багаторічного впливу електромагнітних полів. У моделях з визначення питомої поглиненої потужності (SAR) – похідної за часом від енергії ЕМВ, що поглинається одиницею маси в обсязі тіла заданої форми і щільності не враховуються ефекти, зумовлені модуляцією сигналу, зміни електрофізіологічних, біохімічних та інших процесів, що протікають на рівні цілісного організму. Залежно від місцевого стандарту, в різних країнах SAR коливається в межах 10^{-3} - 10^{-4} Вт / см².

В основі SAR лежить облік тільки лінійної залежності можливих біологічних ефектів від поглиненої дози, керуючись принципом "чим менше, тим безпечніше". Це, дійсно, справедливо для теплового ефекту. Однак,

численні експерименти по впливу НВЧ і КВЧ полів на живі системи самого різного рівня організації - від мікробної клітини до людини - свідчать про принципову нелінійність сприйнятливості.

До недавнього часу залежність біологічної реакції від інтенсивності випромінювання (монохроматичного або шумоподібного) вважалася хоча і нелінійною, але все ж монотонною. За даними нових досліджень в біоефектах ЕМВ присутня нова якість - немонотонна залежність: при зниженні інтенсивності ефект може пропадати і знову виникати.

Т.ч. неефективність нормування по SAR знаходить все більше підтверджень, в тому числі в негативному впливі на здоров'я людей ЕМВ мобільних телефонів.

Цікаво також, що Документ ICNIRP є рекомендаційним і члени ICNIRP в разі виникнення шкоди здоров'ю не несуть ніякої відповідальності, окрім моральної. У країнах СНД - СанПіН, ГОСТи, розроблені на основі цільових скоординованих науково-дослідних розробок, мають статус обов'язкового державного документа. У разі порушення вимог документа і заподіяння шкоди здоров'ю настає юридична відповідальність.

У документі ICNIRP основні обмеження для ЕМП в діапазоні 100 кГц - 300 ГГц не беруть до уваги нетеплові біоефекти.

Т.ч. в подальшому основними напрямками в галузі захисту персоналу та населення від впливу ЕМП технічних засобів повинно бути гігієнічне нормування ЕМВ, що враховує реальні параметри випромінювань. Так, в сучасних умовах вже зараз необхідно розробити Міжнародний стандарт безпеки для користувачів абонентських терміналів рухомого радіозв'язку.

Перспективи забезпечення екологічної безпеки при поводженні з техногенними джерелами електромагнітного випромінювання визначаються програмними і практичними заходами щодо захисту від шкідливого впливу електромагнітного випромінювання. Одним з пріоритетних питань є прогнозування ситуації з використанням технологій, які застосовують ЕМВ, для загальної оцінки небезпеки забруднення довкілля.

Програмні заходи щодо зниження електромагнітної небезпеки ґрунтуються на цілій низці об'єктивних положень і позицій фізичного, конструктивного і планувального характеру, які здійснюються в межах території проживання.

До практичних заходів щодо зниження електромагнітної небезпеки слід віднести: архітектурно-планувальні, інженерно-технічні, організаційні.

Практичні заходи, що сприяють індивідуальному захисту суб'єктів від ЕМВ, безпосередньо пов'язані з часом перебування людини під впливом електромагнітного випромінювання, відстанями між джерелом і суб'єктом впливу, а також предметами життєвої необхідності (одяг, взуття і т. п.).

В цілому, зменшення впливу ЕМВ на організм, зниження рівнів електромагнітного забруднення пов'язане з дотриманням і виконанням ряду заходів фізичного, конструктивного і планувального характеру, які здійснюються в межах території проживання.

Загальні практичні заходи щодо захисту від ЕМВ можна звести до кількох основних правил:

1. Зменшити вплив ЕМВ, можливо збільшуючи індивідуальну відстань до випромінювання.
2. Якщо не можна уникнути впливу ЕМВ, необхідно спробувати його максимально обмежити.
3. Якщо немає дійсної необхідності у включенні приладу - необхідно його вимкнути (або не включати).

Особливо це стосується т.зв. груп високого ризику серед населення. До груп високого ризику відносяться:

- 1). Група Високого ризику 1.

Отримуючи одні і ті ж дози ЕМ опромінення, деякі люди з більшою ймовірністю будуть страждати від його наслідків ніж інші, через біологічні особливості їх організмів (діти; вагітні жінки, люди, які дотримуються дієт; люди, які страждають від хронічних дегенеративних захворювань).

- 2). Група Високого ризику 2.

До неї входять люди, які з більшою ймовірністю будуть схильні до ЕМ випромінювання ніж інші, через специфіку своєї професії або умов роботи (робочі; активні користувачі побутової електроніки; люди, які живуть недалеко від високовольтних ліній електропередач).

Перераховані заходи є недостатніми і повністю радикальними, що знімають проблему електромагнітного «забруднення» та захисту здоров'я людини. Рішення проблеми електромагнітного забруднення довкілля є комплексним завданням, яка зачіпає соціальні, економічні і навіть політичні інтереси різних відомств і промислових корпорацій, потребує координації науково-дослідних робіт і проектів.

Тенденція розвитку і збільшення використаних технологій із застосуванням ЕМВ передбачає одночасний розвиток розробок нових і ефективних захисних заходів, основою яких є безпека людини і екосистем. Головним в концепції безпеки екологічного середовища від впливу ЕМВ є встановлення об'єктивних гранично допустимих нормативних значень їх інтенсивності для збереження стійкості організму і стабільності екосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев Ю. Г., Степанов В. С., Меркулов А. В. Электромагнитная безопасность человека // Григорьев Ю. Г., Степанов В. С., Меркулов А. В.: справ, изд. М., 1999.
2. Шредингер Э. Лекции по физике. // Шредингер Э. / - Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 160 с.
3. Дубров А. П. Биологическая геофизика. Поля, Земля. Человек и Космос. // Дубров А. П. / М.: «Фолиум», 2009.
4. Братков В. В. Геоэкология: учеб. пособие. // Братков В. В. / М.: Высш.шк., 2006.
5. Рудник В. А. Зоны геологической неоднородности земной коры и их воздействия на среду обитания // Рудник В. А. / Вестник РАН. 1996. № 8, С. 713-719.
6. Косов А. А., Барабанов А. А., Ярославцев Н. А. Роль электромагнитных полей и излучений в системе обеспечения безопасности человека // Косов А. А., Барабанов А. А., Ярославцев Н. А. / Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2010. №1.
7. Котлов В. Ф. Изучение импульсного электромагнитного поля на территории городов. // Котлов В. Ф. / Екатеринбург, 2001.
8. Дунаев В. Н. Электромагнитные излучения и риск популяционному здоровью при использовании средств сотовой связи // Дунаев В. Н. / Гигиена и санитария. 2007. № 6.
9. Косов А. А., Ярославцев Н. А., Приходько С. В., Ларионов Ю. С. Электромагнитные излучения в биологии. Труды IV международной конференции. Калуга, Россия, 21-23 октября 2008. // Косов А. А., Ярославцев Н. А., Приходько С. В., Ларионов Ю. С. / Калуга: Изд-во КГПУ им. К. Э. Циолковского, 2008. С. 178-184.

10. Бинги В.Н., Савин А.В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы // Бинги В.Н., Савин А.В. / УФН, 2003, Т. 173, № 3.- С. 265 - 300.
11. Александров В.В. и др. НИР по теме Влияние эл.магн.излучения на биологические объекты - части I и II // Александров В.В. и др./ 2003
12. Бинги В.Н., Савин А.В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы // Бинги В.Н., Савин А.В. / Успехи физических наук.- Т.173.-№ 3.- С.265 – 300.
13. Казначеев В. П., Михайлова Л. П. Сверхслабые излучения в межклеточных взаимодействиях. // Казначеев В. П., Михайлова Л. П. / Новосибирск: Наука, 1981.
14. Бурлаков А. Б., Падалка С. М., Супруненко Е. А. Влияние внешних электромагнитных воздействий на процессы самоорганизации сложных биологических систем // Бурлаков А. Б., Падалка С. М., Супруненко Е. А. / Материалы конференции «Этика и наука будущего». Ежегодник «Дельфис 2003». М., 2003. С. 252-255.
15. Анищенко В.С., Нейман А.Б., Мосс Ф., Шиманский-Гайер Л. Стохастический резонанс как индуцированный шумом эффект увеличения степени порядка // Анищенко В.С., Нейман А.Б., Мосс Ф., Шиманский-Гайер Л. / УФН, 1999. т. 169. № 1.- С. 7 - 38.
16. Анищенко В.С. Сложные колебания в простых системах. // Анищенко В.С. / М.: Наука. 1990, 312 с.
17. Эффекты нетеплового воздействия миллиметрового излучения на биологические объекты / Сб. статей под ред. Н.Д. Девяткова.- М.: ИРЭ АН СССР, 1983, С. 3 - 6.
18. А.Ф. Королев, С.С. Кротов, Н.Н. Сысоев, П.В. Лебедев-Степанов Влияние электромагнитных полей на теплофизические и термодинамические свойства диэлектрических жидкостей // А.Ф. Королев, С.С. Кротов, Н.Н. Сысоев, П.В. Лебедев-Степанов / Биомедицинская радиоэлектроника, 2000, № 10, С.- 21 - 28.

19. Муратов Е.И. Электрические и магнитные поля сверхнизкой частоты и их роль в развитии новообразований // Муратов Е.И. / Вопросы онкологии.-1996.- Т.42.- № 5.-С.13.
20. Гридин В. И., Гак Е. З. Физико-геологическое моделирование природных явлений. // Гридин В. И., Гак Е. З./ М.: Наука, 1994.
21. Шадрина А. В., Колясников В. А. Формирование системы комплексного обеспечения безопасности в градостроительстве // Шадрина А. В., Колясников В. А. / Академический вестник УралНИИпроекта РААСН. 2009. № 2. С. 12-15.
22. Конституція України від 28.06.1996 р. № 254к/96-ВР // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/254> (дата звернення 16.04.2017)
23. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 26.06.1991 р. № 1264-ХІІ // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення 16.04.2017)
24. Екологічне право України. Академічний курс: Підручник / За заг. ред. Ю.С. Шемшученка / - К.: ТОВ "Видавництво "Юридична думка", 2005. - 848 с
25. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992 р. № 2707-ХІІ // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2707-12> (дата звернення 16.04.2017)
26. Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення: Закон України від 24.02.1994 р. № 4004-ХІІ // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/4004-12> (дата звернення 16.04.2017)
27. Про електромагнітну безпеку населення: проект Закону України (проект внесено на розгляд 23.03.2007 р. №3230) // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL:

- http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_2?id=&pf3516=3230&skl=6
(дата звернення 16.04.2017)
28. Державні санітарні норми та правила захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання. ДСП-239-96: Наказ МОЗ від 01.08.1996 р. №239 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96> (дата звернення 16.04.2017)
29. ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля». Навчальні матеріали онлайн. Дата оновлення 12.02.2017 URL: https://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/6/6336/
(дата звернення 16.04.2017)
30. ГОСТ 12.1.002-84 «Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах». Навчальні матеріали онлайн. Дата оновлення 12.02.2017 URL: https://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ//data_normativ/6/6335/
(дата звернення 16.04.2017)
31. Муратов Е.И., Забежинский М.А., Попович И.Г., Арутюнян А.А. Влияние воздействия излучений, генерируемых видеотерминалом персонального компьютера, на уровень свободно-радикальных процессов, репродуктивную функцию и развитие опухолей у животных // Муратов Е.И., Забежинский М.А., Попович И.Г., Арутюнян А.А. / Тезисы докладов четвертой научно-технической конференции “Электромагнитная совместимость технических средств и биологических объектов”.- 1996.- С.506-512.
32. Каганов М.И., Васильев А.Н. Электромагнитно-акустическое преобразование - результат действия поверхностной силы. // Каганов М.И., Васильев А.Н. / УФН, 1993, Т. 163, № 10, С.- 67 - 80.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 – Перелік основних нормативно-правових документів в галузі забезпечення екологічної безпеки при поводженні з джерелами електромагнітного випромінювання в Україні

Назва документа	Дата прийняття
- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»	26.06.1991 р.
- Закон України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення»	24.02.1994 р.
- Закон України «Про охорону атмосферного повітря»	16.10.1992 р.
- Закон України «Про захист прав споживачів»	12.05.1991 р.
- Наказ МОЗ «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. ДСП-173-96»	19.06.1996 р. №173
- Наказ МОЗ «Державні санітарні норми та правила захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання. ДСП-239-96»	01.08.1996 р. №239
- Наказ МОЗ «Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. ДСП-476-2002»	18.12.2002 р. №476
- ГОСТ 12.1.002-84 «Система стандартів безпеки труда электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах»	05.12.1984 р.
- ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартів безпеки труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»	05.12.1984 р.
- ГОСТ 12.1.045-84 «Система стандартів безпеки труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».	17.09.1984 р.
- ДСТУ 30428: ГОСТ 7153-85. ГОСТ 29280-92 «Нормы допускаемых индустриальных радиоустройств. Устройства проводной связи. Телефонные аппараты. Допускаемые величины. Методы испытаний»	16.05.1985 р. (26.08.2004)