

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-консультаційний центр заочної освіти
Кафедра екологічного права і контролю

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Вплив електромагнітних полів на довкілля

Виконала студентка групи ПЕК-5
Спеціальності 101 «Екологія»
Самойленко Вікторія Олегівна

Керівник - ст.викладач
Кур'янова Світлана Олександрівна

Консультант – к.геогр.н., доцент
Бургаз Олексій Анатолійович

Рецензент – к.геогр.н., доцент
Романчук Марина Євгеніївна

Одеса 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет природоохоронний

Кафедра екологічного права і контролю

Рівень вищої освіти бакалавр
(шифр і назва)

Спеціальність 101 «Екологія»
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
О.Г. Владимірова, к.геогр.н., доцент

“22” квітня 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студентці Самойленко Вікторії Олегівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вплив електромагнітних полів на довкілля

керівник роботи Кур'янова Світлана Олександрівна, старший викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «19» березня 2021 року
№32-С

Строк подання студентом роботи 1.06.2021 р.

1. Вихідні дані до роботи джерела наукової інформації з досліджуваної теми

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

1. Визначення електромагнітного забруднення

2. Вплив електромагнітного забруднення на навколишнє середовище

3. Нормативне регулювання

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 1 | Бургаз О.А. доцент, к.геогр.н. | | |
| 2 | Бургаз О.А. доцент, к.геогр.н. | | |
| 3 | Бургаз О.А. доцент, к.геогр.н. | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 22.04.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Термін виконання етапів роботи | Оцінка виконання етапу | |
|-------|--|--------------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | | у % | за 4-х бальною шкалою |
| 1 | Написання 1-го розділу бакалаврської роботи. | 22.04.21 – 30.04.21 | | |
| 2 | Написання 2-го розділу бакалаврської роботи. | 1.05.21- 12.05.21 | | |
| 3 | Рубіжна атестація | 13.05.21 | | |
| 4 | Написання 3-го розділу бакалаврської роботи. | 14.05.21 – 26.05.21 | | |
| 5 | Формулювання висновків бакалаврської роботи. Оформлення бакалаврської роботи | 27.05.21- 31.05.21 | | |
| 6 | Перевірка бакалаврської роботи науковим керівником, надання відгуку | 1.06.21 – 3.06.21 | | |
| 7 | Перевірка на антиплагіат | 1.06.21 – 3.06.21 | | |
| 8 | Перевірка бакалаврської роботи зав. кафедрою | 4.06.21 – 6.06.21 | | |
| 9 | Отримання рецензії | 7.06.21 | | |
| 10 | Попередній захист бакалаврської роботи на кафедрі | 8.06.21- 9.06.21 | | |
| 11 | Надання бакалаврської роботи до деканату | 10.06.21 | | |
| | Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам) | | | |

Студент _____ Самоїленко В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Кур'янова С.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Вплив електромагнітних полів на довкілля

Самойленко Вікторія Олегівна

Електромагнітне забруднення навколишнього середовища входить до числа найбільш актуальних проблем людства.

Актуальність полягає в тому, що електромагнітні поля (ЕМП) є постійно зростаючим негативним фактором міського середовища, що створюються різними пристроями, що генерують, передають і використовують електричну енергію.

Електромагнітне забруднення середовища населених місць стало таким суттєвим, що ВООЗ включила цю проблему в число найбільш важливих для нормального існування людини.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз існуючих джерел полів електромагнітного випромінювання та їх вплив на довкілля.

Об'єктом дослідження є електромагнітне випромінювання.

Методом дослідження є аналіз джерел наукової інформації, нормативно-правових актів, методів дослідження.

Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, та переліку посилань.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ..... | 7 |
| ВСТУП | 8 |
| 1 ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ..... | 10 |
| 1.1 Джерела електромагнітного забруднення | 12 |
| 2 ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ | 16 |
| 3 МІЖНАРОДНА ТА ЗАРУБІЖНА ПРАКТИКА НОРМУВАННЯ І РЕГУЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ | 31 |
| 3.1 Нормування впливу напруженості електричного поля..... | 34 |
| 3.2 Нормативно-правове регулювання впливу електромагнітних полів в Україні | 37 |
| ВИСНОВОК..... | 48 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... | 50 |

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

| | |
|--------|--|
| ВООЗ | – Всесвітня Організація Охорони здоров'я (World Health Organization (WHO)); |
| ВЧ | – високі частоти; |
| ГДР | – гранично допустимі рівні; |
| ДАІ | – Державна автомобільна інспекція; |
| ЕМП | – електромагнітне поле; |
| ЕМВ | – електромагнітні випромінювання; |
| ЕМП ПЧ | – електромагнітне поле промислової частоти; |
| ЛЕП | – лінії електропередач; |
| МП | – магнітне поле; |
| МЕК | – Міжнародна електротехнічна комісія (International Electrotechnical Commission, IEC); |
| НЧ | – низькі частоти; |
| НВЧ | – надвисокі частоти; |
| ОВНС | – оцінка впливу на навколишнє середовище; |
| ОНЧ | – особливо низькі частоти; |
| ОСЕВ | – оцінка соціальних та екологічних впливів; |
| ПЛ | – повітряні лінії; |
| ПС | – підстанції; |
| СВЧ | – струм високої частоти; |
| УВЧ | – ультрависокі частоти. |

ВСТУП

Електромагнітне забруднення навколишнього середовища входить до числа найбільш актуальних проблем людства. Кожен день ми вмикаємо мікрохвильову піч, говоримо по мобільному телефону, їздимо в метро, працюємо за комп'ютером, не замислюючись про те, що кожне з цих технічних винаходів чинить на нас свій негативний вплив.

Не в кращій ситуації знаходяться люди, які живуть у мегаполісах, де спостерігається найбільш висока ступінь концентрації електромагнітних полів. Це можуть помітити автомобілісти, у яких в машинах є так звані антирадари, які за своєю суттю є індикаторами надвисоких частот (НВЧ) поля. Деякі моделі антирадарів дають сигнал при відсутності поста ДАІ. Це означає лише те, що зафіксовано підвищений рівень електромагнітних потоків.

Сигнали про підвищений рівень забрудненості електромагнітними хвилями можна також отримати без допомоги спеціальної техніки. Люди, що страждають захворюваннями серцево-судинної системи, краще за інших знають, де забруднення підвищено. Наприклад, у вагоні метро. Вчені припускають, що низькочастотні поля, які супроводжують нас у метрополітені, провокують загострення серцево-судинних захворювань. Низькочастотні електромагнітні поля можуть також сприяти розвитку жіночого безпліддя. До такого висновку прийшли італійські вчені, що вивчали вплив низькочастотних полів на мишах. Здоровою залишалася лише одна з трьох піддослідних. Однак достеменно невідомо, чи буде вплив полів таким же і на людину. Досліди на людях поки що не проводяться з етичних міркувань.

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.

Актуальність теми полягає в тому, що електромагнітні поля (ЕМП) є постійно зростаючим негативним фактором міського середовища, що створюються різними пристроями, що генерують, передають і використовують електричну енергію. Електромагнітне забруднення середовища населених місць стало таким суттєвим, що ВООЗ включила цю проблему в число найбільш важливих для нормального існування людини.

В кваліфікаційній роботі виконано аналіз існуючих джерел полів електромагнітного випромінювання та їх вплив на довкілля.

1 ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Вчений М.Фарадей відкрив явище електромагнітної індукції, що в подальшому призвело до створення електротехніки та відкриття електромагнітних хвиль. Його співвітчизник Дж. Максвелл теоретично довів, що електромагнітні коливання не локалізовані у просторі, а поширюються у вакуумі зі швидкістю світла в усіх напрямках від джерела електромагнітного випромінювання. А використання їх Поповим А.С. для радіозв'язку призвело до створення радіотехніки і радіоелектроніки. Такі важливі відкриття фізики як допомагають людині, так і шкодять її здоров'ю. У 1995 році Всесвітньою Організацією Охорони Здоров'я (ВООЗ) офіційно запроваджений термін – «глобальне електромагнітне забруднення довкілля». ВООЗ включила проблему електромагнітного забруднення навколишнього середовища в перелік пріоритетних проблем людства. Слід звернути увагу, що рівень цього забруднення кожні десять років зростає в 10-15 разів. Кількість осіб, які контактують із надмірними рівнями енергії ЕМП, постійно зростає. Проблема полягає не в наявності радіохвиль, а в зростанні їх інтенсивності та зміні характеру випромінювання [1].

Електромагнітне забруднення – вид фізичного забруднення, що виникає унаслідок змін електромагнітних властивостей середовища, спричинених перевищенням рівня електромагнітного фону. Такий фон створюють електромагнітні коливання – взаємозалежні коливання електричних і магнітних полів, які утворюють єдине електромагнітне поле і поширюються у вигляді електромагнітних хвиль. Залежно від довжини хвилі випромінювання поділяють на класи, що відрізняються особливостями фізичного характеру і біологічної дії. Електромагнітні хвилі радіочастот називаються струмами високої частоти (СВЧ) – це випромінювання, що мають діапазон хвиль від кількох кілометрів до одиниць міліметрів; серед них радіохвилі довгі (10-3 км), середні (3 км -100 м) і короткі (100-10 м) за

частотною характеристикою відносять до високих частот (ВЧ), ультракороткі (10-1 м) – до ультрависокої частоти (УВЧ), а коротші (дециметрові 1 м-10 см; сантиметрові 10-1 см; міліметрові 1 см-1 мм) – до надвисокої частоти (НВЧ). Поширення електромагнітних хвиль радіочастот пов'язано з появою електричних і магнітних полів. У діапазоні ВЧ-УВЧ у зв'язку з великою довжиною хвилі напруженість електричних і магнітних полів у робочій зоні можна вимірювати окремо. Інтенсивність електричного поля виражають у вольтах на 1 м (В/м), магнітні поля – в амперах на 1 м (А/м). У діапазоні НВЧ коротші хвилі формують єдине електромагнітне поле, інтенсивність якого оцінюють за густиною потоку енергії і виражають у ватах, міліватах (1/1000 Вт) або мікроватах (1/1 000 000 Вт) на 1 см². Частотний діапазон вимірюють у герцах Гц, кілогерцах кГц (1000 Гц) або мегагерцах МГц (1 000 000 Гц) [3].

За останні 50-60 років сформувався фактор довкілля – електромагнітний смог або ЕМП антропогенного походження. ЕМП антропогенного походження – це радіо- та теле- станції, мобільні телефони, радіолокаційні установки, фізіотерапевтичні апарати, електроплити, електронагрівачі, холодильники, телевізори, тощо. Електромагнітні поля негативно впливають на організм людини, яка працює з джерелом випромінювання, а також на населення, яке проживає поблизу джерел випромінювання та широко використовує в побуті електротехніку. Встановлено, що більша частина населення планети живе в умовах підвищеної активності електромагнітних полів.

Небезпеку можуть становити лінії електропередач. Здорова людина страждає від відносно тривалого перебування в полі ліній впливу електропередач. Короткочасне опромінення (хвилини) здатне призвести до негативної реакції тільки у гіперчутливих людей або у хворих деякими видами алергії [2].

1.1 Джерела електромагнітного забруднення

Біосфера Землі постійно існувала під впливом магнітного поля. Воно дуже важливе, бо в ньому людина знаходиться постійно і не відчуває його впливу. На ембріони і організми, що розвиваються, воно діє активніше, ніж на дорослі особини, викликаючи генетичні ефекти. Доведено, що магнітне поле має біологічну дію, але залишається неясним механізм його дії, як він залежить від інтенсивності і тривалості впливу поля, від функціонального і вікового стану тварини, людини або рослини. Встановлено, що в умовах випробуваних великих напруженостей магнітних полів, виникають патологічні зміни в ряді внутрішніх органів та їхніх систем.

Джерела магнітного поля - природні (Земля, Сонце) та штучні - різноманітні промислові об'єкти. Магнітне поле землі (ГМП - геомагнітне поле Землі) є природним компонентом електромагнітного поля (ЕМП), в оточенні якого відбувався і відбувається розвиток людини, як біологічного виду. Воно формується за рахунок рухів електропровідного металевого, твердого ядра планети.

Напруженість магнітного поля планети коливається в межах від 10^{-3} до 10^{-7} Ерстед (Е). В багатьох пристроях, технологічних процесах ці величини значно більші. Магнітне поле біля планети виконує захисну роль від дії шкідливих та небезпечних космічних випромінювань. Його напруженість збільшується від 33,4 А/м (0,42 Е) на екваторі до 55,7 А/м (0,70 Е) на полюсах. Ці величини коливаються з періодами у відповідності з сонячною активністю: 7-, 11-, 90-, 200 і більше річними циклами та залежать від них - магнітні бурі.

Дослідження багатьох фахівців встановили безперечний зв'язок підйомів та спадів ГМП з серцево-судинними захворюваннями (гіпертонічні кризи, інфаркти міокарда, інсульти). Дослідження, проведені на території Курської магнітної аномалії, також підтвердили наявність такого зв'язку.

Однак треба пам'ятати, що людина, як біологічний вид, за тисячоріччя свого розвитку адаптувалася до нього.

Швидкі і сильні зміни ГМП - магнітні бурі, джерелом яких є Сонце небезпечні для людини. При збільшенні сонячної активності виникають магнітні бурі над Землею. Це результат взаємодії частинок сонячної речовини, яка з великою швидкістю викидається із Сонця в напрямку до Землі. Різкі зміни в напруженості магнітного поля призводять у деяких людей до інфарктів, загального погіршення здоров'я, підвищенню смертельних випадків.

За тривалий час еволюції живі організми пристосувалися до географічних особливостей, напруженості та коливанням магнітного поля. На людину постійно діє природне електричне поле напруженістю 120-150 В/м та магнітне поле напруженістю 24-40 А/м.

Природні електромагнітні поля:

1. Геомагнітні поля. Земля являє собою постійний магніт, полюси якого розташовані несиметрично у приполярних областях. Напруженість магнітного поля на поверхні Землі є неоднаковою. Відомі райони підвищеної напруженості магнітного поля (Курська магнітна аномалія – до 1600 А/м). Для магнітного поля Землі характерні зміни напруженості внаслідок нерівномірності течій речовини у магмі;

2. Електромагнітне поле атмосфери. На відміну від геомагнітного, характеризується значною динамічністю. Формується електричними атмосферними явищами, та при взаємодією магнітного поля Землі та Сонячного електромагнітного випромінювання [3].

Достовірних підтверджених фактів негативного впливу природних електромагнітних полів на живі організми та екосистеми немає. Проте, геомагнітні поля мають важливе значення для біосфери. Електромагнітне поле Землі є щитом, що екранує вплив космічних випромінювань, практично повністю перешкоджаючи надходженню до земної поверхні найбільш життєво небезпечних. Для деяких тварин магнітне поле слугує для орієнтації

у просторі. Наприклад, глибоководні риби мають здатність орієнтуватися за лініями магнітного поля Землі. Перелітні птахи використовують неоднорідність магнітного поля як додатковий орієнтир при тривалих перельотах.

Антропогенні джерела електромагнітного поля:

- 1) електромагнітні поля промислової частоти (50 Гц);
- 2) електромагнітні поля радіочастотного діапазону;
- 3) електростатичні поля.

Найпотужнішим джерелом є електромагнітні поля ліній електропередач (ЛЕП-150, ЛЕП-300, ЛЕП-750), мережа яких на поверхні Землі перевищує 100 тис. км. Напруженість їх електромагнітних полів на відстані до 10 метрів може сягати 10 000-50 000 В/м. Значною є потужність електромагнітного поля промислової частоти побутових електроприладів, виробничого обладнання та електротранспорту [4].

Джерела електромагнітного забруднення: з радіохвилями ВЧ – радіо, медицина, промисловість (процес термічної обробки) та ін.; з випромінюванням УВЧ – телебачення, радіо, медицина; НВЧ – радіолокація, радіоастрономія, радіокерування та ін. У літературі, як правило, не описують діапазон довжин хвиль, а зазначають джерела електромагнітного випромінювання – лінії електропередачі, відкриті розподільні пристрої, до складу яких входять комутаційні апарати, пристрої захисту й автоматики, вимірювальні прилади, а також радіотехнічні об'єкти, телевізійні та радіолокаційні станції, термічні цехи, телевізори, дисплеї, печі НВЧ, холодильники, кабіни автомашин, мобільний радіорелейний зв'язок, станції радіолокації і радіопеленгації, персональні комп'ютери, радарні установки тощо. У побуті джерелами електромагнітного поля і випромінювань є телевізори, дисплеї, печі НВЧ та ін. пристрої, а також синтетичні килими, інші покриття (в умовах зниженої вологості – менше ніж 70 %). Екрани телевізорів і дисплеїв як джерела електромагнітного випромінювання небезпечні для людини на відстані до 30 см. Гранично допустимий рівень

напруженості електричного поля – 25 кВ/м. За нормами перебування в електричному полі напруженістю до 5 кВ/м допускається упродовж робочого дня; допустимий час перебування в електричному полі напруженістю 5–20 кВ/м може бути реалізовано одноразово або за кілька разів упродовж робочого дня; при напруженості 20-25 кВ/м час перебування персоналу в електричному полі не повинен перевищувати 5-10 хв [5].

Як гранично допустимі рівні для населених місць прийнято такі значення напруженості електричного поля: всередині житлових будинків – 0,5 кВ/м; на території житлових забудови – 1 кВ/м; у населеній місцевості поза зоною житлової забудови, тобто у міській зоні в межах її перспективного розвитку на 10 років, приміських, зелених, курортних зонах, на землях селищ міського типу, у межах селищної зони цих пунктів, а також на території садів і городів – 5 кВ/м; на ділянках перетину повітряних ліній з автомобільними дорогами I-IV категорій – 10 кВ/м; у населеній місцевості (незабудованої території, хоч би частково відвідувані людьми, доступні для транспорту, сільгосп угіддя) – 15 кВ/м; у місцевості, недоступній для транспорту й сільгоспмашин, і на ділянках, спеціально загороджених для унеможливлення доступу населення – 20 кВ/м.

2 ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

В останні десятиліття бурхливий розвиток отримали різні технології, прямо або побічно пов'язані з випромінюванням електромагнітної енергії в навколишнє середовище. Освоєння частотних діапазонів, розвиток радіомовлення, збільшення каналів телевізійного мовлення, розвиток систем рухомого і супутникового зв'язку різко загострило проблеми електромагнітної екології. Існує стійка тенденція нарощування кількості випромінюючих технічних засобів, збільшення їх енергетичних потенціалів і територіальної концентрації. Такі "гарячі точки" - скупчення випромінюючих технічних засобів – повсюдно виникають в містах. З точки зору екології, електромагнітне поле (ЕМП) – це один з видів енергетичного забруднення навколишнього середовища.

За останнє десятиліття електромагнітне навантаження на навколишнє середовище збільшилася в кілька разів, а санітарні норми і правила захисту населення від електромагнітного випромінювання (гранично допустимі рівні ЕМП) не змінювалися з 80-х років.

Застаріла також і методика прогнозування рівнів електромагнітних полів від радіотехнічних об'єктів, так як розрахункова формула напруженості ЕМП в ній зовсім не враховує численні перевідображення від стін будівель, дифракцію електромагнітних хвиль на ребрах споруд, ослаблення амплітуди радіосигналу за рахунок втрат у вільному просторі, відображення і проходження крізь зелені насадження.

Також немає відповідної прогнозної розрахункової методики для вимірювання параметрів ЕМП, які б враховували складну просторову структуру поля в невиробничих приміщеннях, які не пов'язані з обслуговуванням радіотехнічних об'єктів (медичні та навчальні заклади, житлові будинки, дитячі садки, місця масового відпочинку людей і ін.) і т.д.

ЕМП від окремих джерел можуть бути класифіковані за кількома ознаками, найбільш загальний з яких - частота. Неіонізуючі електромагнітні випромінювання займають досить широкий діапазон частот від ультранизкочастотного (УНЧ) інтервалу 0...30 Гц до ультрафіолетової (УФ) області, тобто до частот $3 \cdot 10^{15}$ Гц [5].

Спектр техногенних електромагнітних випромінювань простягається від наддовгих хвиль (кілька тисяч метрів і більш) до короткохвильового γ -випромінювання (з довжиною хвилі менше 10-12 см).

Відомо, що радіохвилі, світло, інфрачервоне і ультрафіолетове випромінювання, рентгенівські промені і γ -випромінювання – все це хвилі однієї електромагнітної природи, що відрізняються довжиною хвилі (табл. 2.1).

Піддіапазони 1...4 відносяться до промислових частот, піддіапазони 5...11 - до радіохвиль. До НВЧ-діапазону віднесені хвилі з частотами 3...30 ГГц. Однак історично склалося так, що під СВЧ діапазоном розуміють коливання хвилі довжиною від 1 м до 1 мм.

Таблиця 2.1 - Шкала електромагнітних хвиль [5].

| Довжина хвилі λ | Піддіапазони хвиль | Частота коливань ν | Діапазон |
|------------------------------|---|------------------------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\lambda \rightarrow \infty$ | – | $\nu \rightarrow 0$ | |
| 104 м | № 1...4. Наддовгі хвилі | 30 кГц | |
| 103 м | № 5. Кілометрові хвилі (НЧ – низькі частоти) | 300 кГц | |
| 102 μ | № 6. Гектометровые хвилі (СЧ – середні частоти) | 3 МГц | |
| 10 μ | № 7. Декаметровые хвилі (ВЧ – високі частоти) | 30 МГц | Радіохвилі |
| 1 μ | № 8. Метрові хвилі (ДВЧ – дуже високі частоти) | 300 МГц | |

Продовження табл.2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|--|--------------------------|-------------------|
| 0,1 μ | № 9. Дециметрові хвилі (УВЧ – ультрависокі частоти) | 3 ГГц | |
| 1 см | № 10. Сантиметрові хвилі (СВЧ – надвисокі частоти) | 30 ГГц | |
| 1 мм | № 11. Міліметрові хвилі (міліметровий діапазон) | 300 ГГц | |
| 0,1 мм (100 мкм) | Субміліметрових хвиль | 3000 ГГц | |
| 0,76 мкм | Інфрачервоне випромінювання (ІЧ-діапазон) | $4,3 \cdot 10^{14}$ Гц | Оптичний діапазон |
| 0,38 мкм | Видимий діапазон | $7,5 \cdot 10^{14}$ Гц | |
| 100 А | Ультрафіолетове випромінювання (УФ-діа – пазон) | $3 \cdot 10^{16}$ Гц | |
| 0,1 А | Рентгенівський діапазон | $3 \cdot 10^{19}$ Гц | |
| 0,001 А | γ -Випромінювання | $3 \cdot 10^{21}$ Гц | – |
| $\lambda \rightarrow 0$ | Космічні промені | $\nu \rightarrow \infty$ | |

Під оптичним діапазоном в радіофізиці, оптиці, квантовій електроніці розуміється діапазон довжин хвиль приблизно від субміліметрового до далекого ультрафіолетового випромінювань. До видимого діапазону відносяться коливання довжинами хвиль від 0,76 до 0,38 мкм.

Видимий діапазон становить невелику частину оптичного діапазону. Межі переходів УФ-випромінювання, рентгенівського, гамма-випромінювань точно не фіксовані, але приблизно відповідають зазначеним у табл.2.1 значень λ і ν . Гамма-випромінювання, що володіє значною проникаючою здатністю, переходить у випромінювання дуже великих енергій, зване космічними променями.

Наведемо приблизний перелік видів телекомунікаційної діяльності та устаткування, які є причиною насичення навколишнього середовища електромагнітної енергією в різних діапазонах [6]:

- до 300 Гц – статичні поля різного походження, енергетичні установки, лінії електропередачі, відеодисплейні термінали;

- 0,3 ... 3 кГц – модулятори радіопередавачів, медичні прилади, електричні печі індукційного нагріву, загартовування, зварювання, плавлення, очищення;

- 3 ... 30 кГц – засоби зв'язку на ОНЧ, системи радіонавігації, модулятори радіопередавачів, медичні прилади, електричні печі, відеодисплейні термінали;

- 30 ... 300 кГц – радіомовлення, радіонавігації, морська й авіаційна зв'язок, засоби зв'язку на НЧ, радіолокація, відеодисплейні термінали;

- 0,3 ... 3 МГц – радіомовлення, зв'язок, радіонавігації, морська радіотелефонія, аматорський радіозв'язок, індустриальні радіочастотні прилади, передавачі з амплітудною модуляцією, зварювальні апарати, медичні;

- 30 ... 300 МГц – рухомий зв'язок, частотномодульоване радіомовлення, телевізійне мовлення, швидка допомога, діелектричний нагрів, магнітні резонансні збудники;

- 0,3 ... 3 ГГц – радіорелейні лінії, рухливий зв'язок, радіолокація, радіонавігація, телевізійне мовлення, мікрохвильові печі, медичні прилади, плазмовий нагрів, прискорювачі часток;

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

- 30 ... 300 ГГц – радіолокація, супутниковий зв'язок, радіорелейні лінії, радіонавігації.

- 3 ... 30 МГц – радіомовлення, аматорський радіозв'язок, глобальний зв'язок, ВЧ терапія, магнітні резонансні збудники, діелектричний нагрів, плазмові нагрівачі.

Наведені дані показують, що людство використовує практично весь частотний діапазон електромагнітного випромінювання. В даний час спостерігається погіршення екологічної ситуації по електромагнітному фактору. Це слід пов'язувати, в першу чергу, з переважанням відомчих, чисто комерційних і споживчих підходів до питань використання ЕМП.

Випромінюючі технічні засоби та об'єкти розміщуються на дахах житлових будинків і поблизу зон масового перебування людей без аналізу вже існуючої електромагнітної обстановки, прогнозування ЕМП розміщених коштів. Як правило, для розміщення випромінюючих технічних засобів використовуються одні і ті ж зручні з точки зору масового обслуговування місця установки антен (щогли, вежі, висотні будівлі і т.д.). Незважаючи на регламентації та обмеження щодо використання технічних засобів, випромінюючих в навколишнє середовище ЕМП, в комерційних цілях іноді реалізується апаратура не сертифікована щодо електромагнітної сумісності та гігієнічних параметрах.

Несприятлива ситуація з електромагнітним фактором пов'язана також зі слабкою матеріально-технічною базою екологічного електромагнітного моніторингу навколишнього середовища в Україні. Нормативною документацією наказано, що кожен об'єкт, призначений для випромінювання в навколишнє середовище електромагнітної енергії, повинен мати санітарний паспорт, в якому, крім інших даних наводяться розрахункові та вимірні рівні ЕМП і кордони санітарних зон цих об'єктів [7].

Однак, існуюча методика розрахована на прогнозування і розрахунок параметрів ЕМП у відкритому просторі, не враховує відображення електромагнітних хвиль від стін будівель, дифракцію електромагнітних хвиль на ребрах споруд, ослаблення амплітуди радіосигналу за рахунок втрат у вільному просторі, а також при відображеннях і проходженні крізь зелені

насадження. А нормативної методики вимірювання та прогнозування електромагнітних полів в приміщеннях, не пов'язаних з обслуговуванням радіотехнічних об'єктів (тобто в житлових будинках, навчальних і медичних установах), де необхідно враховувати наявність всередині будівлі стін, перегородок, меблів, радіоелектронної апаратури, поки немає.

Таким чином, кількість радіотехнічних об'єктів, персональних комп'ютерів, електричних побутових приладів з кожним днем збільшується, а гігієнічні нормативи не змінювалися з 80-х років (наприклад, для досить поширених радіорелейних станцій з діапазоном частот 10ГГц-300 ГГц до сих пір не встановлені гігієнічні нормативи рівнів ЕМП, прийняті лише тимчасові ГДР, як для діапазонів 30 МГц-3000 МГц). Тобто давно вже застаріла методика вимірювання, прогнозування та оцінки електромагнітних полів.

А до тих пір, поки діють старі санітарні норми, необхідно відобразити реальну картину електромагнітного забруднення як у приміщеннях тривалого перебування людей, так і за їх межами і розробляти заходи або щодо усунення джерела негативного випромінювання, або щодо екранування ЕМП від нього.

Останнім часом все більшу увагу привертають ще дві сфери діяльності людини, які створюють електромагнітне забруднення - це енергетика і інформатика.

Електромагнітні поля, які супроводжують використання людиною електроенергії промислової частоти і комп'ютерів, викликають певне занепокоєння у екологів, гігієністів і т.д.

З'явилося безліч наукових підтверджень явища підвищеної біологічної активності магнітних полів промислової частоти малих рівнів. Є результати наукових досліджень, що дозволяють вважати, що такі поля є причиною деяких видів онкологічних захворювань, особливо у дітей. Небезпечні і тенденції різкого збільшення кількості видів і потужностей побутової техніки.

Спосіб життя цивілізованої людини передбачає, що на дуже обмеженій площі квартири концентрується велика кількість всілякої побутової техніки. Масова комп'ютеризація виробництва та побуту привела до того, що велика кількість людей, в тому числі діти, проводять тривалий час біля комп'ютера не тільки як джерела інформації, але і джерела енергетичного забруднення, причому перебуваючи в безпосередній близькості від нього.

Крім того, енергетика - це лінії електропередач (ЛЕП). Найбільша напруженість поля під ЛЕП спостерігається в місцях максимального провисання проводів. У багатьох населених пунктах України високовольтні лінії електропередач проходять через територію житлової забудови. Часто вони проходять в безпосередній близькості від житлових будівель, над житловими, громадськими, господарськими будівлями. Дослідження трансформаторних підстанцій, також розміщуються в житлових забудовах міст, показали, що рівні ЕМП перевищують допустимі рівні в два рази.

Лінії електропередач утворюють геоаномальну зону, над якою повітря насичене позитивними іонами. Дослідженнями давно встановлено зв'язок між самопочуттям людей і іонізацією повітря. Шандала М.Г. показав, що під дією іонізації виникають зміни з боку кисневого і теплового обміну, функціонального стану нервової системи, фагоцитарної активності лейкоцитів периферичної крові і ряд інших змін з боку загального стану організму [8]. Підвищений вміст в повітрі позитивних іонів викликає загальну сонливість, нервозність і т.д. [9]. Також відомо, що діти, які живуть поблизу ЛЕП, в два рази частіше хворіють на лейкемію [10].

Восени 2001 року Міжнародне агентство по дослідженню раку включило в список "можливих канцерогенних чинників" електромагнітні поля низької частоти (50-60 Гц). А за словами ведучого наукового співробітника Центру електромагнітної безпеки ДНЦ РФ – Інституту біофізики РАН професора Ю. Григор'єва наслідком впливу електромагнітних полів може, наприклад, стати синдром передчасного старіння організму. Його ознаками служать погіршення пам'яті і працездатності, зниження

імунітету, порушення репродуктивної функції і розвиток іншої вікової патології в ранні роки [11].

Енергія ЕМП радіочастот (30МГц - 300ГГц) взаємодіє з людиною і іншими живими системами прямим і непрямим шляхами. головним прямим механізмом взаємодії є вплив струмів, що наводяться в тканинах організмів. Величина і характер впливу залежать від частоти і інтенсивності ЕМП, а також параметрів тканин [6].

Вченими Тульського державного університету проводились дослідження впливу електромагнітного випромінювання стільникового зв'язку на організм [12]. В експерименті добровольці піддавалися впливу електромагнітного поля з частотою 1 ГГц (при довжині хвилі 30 см). В результаті у людей спостерігалися виражена брадикардія, підвищення електрокінетичної енергії ядер букального епітелію, зміни біострумів мозку, зниження мозкового кровообігу і артеріального тиску, реакції занепокоєння, невеликі зміни α - і β -ритмів в ЕЕГ(електроенцефалографія), по ряду показників була відзначена тенденція до зміни функцій центральної нервової системи і серцево-судинної системи, підвищення температури голови на 4,7 °С, а температури барабанної перетинки більш ніж на 0,5 °С.

Фахівцями Харківської обласної санітарно-епідеміологічної станції та Національного аерокосмічного університету при дослідженні ЕМП міліметрового діапазону були виявлені резонансні і інформаційні ефекти його взаємодії з живими організмами [13]. У цьому діапазоні довжин хвиль було виділено цифровий шум, джерелами якого є всі сучасні прилади, містять швидкодіючі мікропроцесори. Потужності цифрового шуму при частоті більш 1000 МГц досить для інформаційного впливу на розташовані поруч живі організми.

За результатами досліджень Білокриницького В.С. і Гоженко В.І. з ДП "Український НДІ (навчально-дослідний інститут) медицини транспорту МОЗ України" значне місце в патології головного мозку належить до дії електромагнітних хвиль діапазону НВЧ. Дані дослідження проводилися з

1962 року і в них було показано, що цитоплазма, ядро і особливо ядрце нейронів головного мозку зазнають значних змін, порушуються структура базofilної речовини хроматину, контури і розміри ядра і тіла нейронів [14].

Інститут медицини праці АМН (академія медичних наук) України проводив дослідження впливу антропогенних чинників на поширення офтальмологічної патології серед населення в 25 областях України. Було встановлено, що електромагнітні поля радіолокаційних станцій і ліній електропередач (напруженістю понад 220 кВ) викликають хворобу судинної оболонки ока [15].

Деякі фахівці стверджують, що особливу увагу необхідно приділяти можливості розвитку у населення віддалених наслідків після тривалого контакту з електромагнітними полями: онкозахворювань, захворювань, пов'язаних з деградацією нервових клітин (хвороба Паркінсона, Альцгеймера) [16].

Біологічний ефект електромагнітного опромінення важко виявити, виокремити з великого числа факторів, що впливають на організм, тобто він залежить від частоти, тривалості та інтенсивності впливу, площі опромінюваної поверхні, загального стану здоров'я людини. Крім того, на розвиток патологічних реакцій організму впливають режими генерації ЕМП, в тому числі несприятливі амплітудна і кутова модуляції; чинники зовнішнього середовища (температура, вологість, підвищений рівень шуму та ін.); вік людини; образ життя і стан його здоров'я; область тіла, що піддається опроміненню.

Таким чином, між полем і біологічними об'єктами існують складні причинно-наслідкові зв'язки. На підставі медико-біологічних досліджень встановлено основні симптоми уражень, що виникають при впливі ЕМП. Їх сукупність можна класифікувати як специфічну хворобу, яку іноді називають "радіохвильовою хворобою" [6].

Труднощі аналізу електромагнітної ситуації від комплексу технічних засобів очевидні. Вони обумовлені одночасною роботою безлічі

випромінювачів, які можуть відрізнятися не тільки конструкцією, але і принципами дії.

Незважаючи на те, що більшість технічних коштів, в тому числі і антенних пристроїв для телекомунікацій, типові, вони розміщуються в нетипових умовах. Індивідуальність реальних об'єктів, з точки зору електромагнітної екології, проявляється у відмінності розміщення і орієнтації окремих антен, в особливості рельєфу місцевості, в розбіжності розкладів зміни хвиль, в неоднаковому наборі технічних засобів і т.д. Тобто, метод аналогій та екстраполяції непридатний для комплексів технічних засобів. Ще одним важливим моментом в дослідженні електромагнітної обстановки комплексу технічних засобів є взаємний вплив антенних пристроїв, яке може вплинути на точність електромагнітного прогнозування. Цей вплив може виявлятися, по-перше, у взаємному затіненні антен і, по-друге, в електричному впливі, при якому в елементах конструкції пасивних антен наводяться струми, здатні істотно змінити електромагнітну обстановку поблизу їх розташування.

Формування просторової структури електромагнітних полів радіочастотного діапазону в умовах невиробничих приміщень, не пов'язаних з експлуатацією джерел ЕМП (житлові будинки, навчальні та медичні заклади, дитячі сади і т.д.), відбувається внаслідок проникнення радіохвиль всередину приміщення ззовні через віконні і дверні отвори.

Як і для відкритих просторів, в умовах приміщень поширення радіохвиль складається з процесів поширення хвилі в повітрі до точки взаємодії з матеріальним об'єктом, відбиття електромагнітних хвиль від межі розділу повітря / матеріальний об'єкт і поглинання електромагнітних хвиль конструкційними елементами будівель. Однак, на відміну від вуличних умов, відстань між поверхнями стін і перекриттів, крайками віконних прорізів у будівлях істотно менше, ніж за їх межами; також присутні багато елементів, на яких відбувається розсіювання (наприклад, меблі), тому в приміщеннях набагато сильніше виражені процеси багатопроменевого поширення

радіохвиль і дифракційно-інтерференційні ефекти. Це обумовлює наявність складної і різко неоднорідною просторової структури електромагнітного поля з мінімальним кроком просторових варіацій від декількох десятків сантиметрів до 1-2 м і перепадами в інтенсивності радіосигналу в 2-6 разів [6]. Це, в першу чергу, пов'язано зі зменшенням енергії хвилі при проходженні крізь внутрішні перешкоди, зміною умов видимості джерела ЕМП, багаторазової дифракції на ребрах меблів і інших елементах внутрішньої обстановки.

Складність структури електромагнітного поля різних діапазонів частот, а також численність факторів, що впливають визначають труднощі всебічного вирішення проблеми електромагнітного прогнозування в цих діапазонах. Зазначена складність визначає доцільність застосування в якості основного методу дослідження математичне моделювання. Однак, математична модель, якою б складною вона не була, не може відобразити всіх фізичних явищ, які проявляються в реальних умовах.

Слід зазначити, що в практиці проектування випромінюючих об'єктів мали місце спроби створення математичних моделей на підставі ряду припущень, наближень і спрощень, вірних лише для далекої зони випромінювання, що не враховують напівпровідних властивостей земної поверхні. Наближені математичні моделі були застосовні для окремих випадків, давали результати оціночного характеру і незастосовні для комплексів антен.

Незважаючи на великий обсяг інформації, розрахункові методи часто не можуть замінити інструментальний контроль, який є єдиним засобом, що дозволяє в умовах неоднорідного середовища оцінити біологічну небезпеку ЕМП через неможливість обліку в моделях випромінювання всього різноманіття факторів, що впливають.

Існує і науково обґрунтований цілий комплекс організаційних і технічних заходів щодо захисту навколишнього середовища і людини від впливу електромагнітних полів. До них відносяться, по-перше, "Пасивні"

методи захисту - це захист відстанню (організація санітарних зон), часом (обмеження часу перебування в електромагнітних полях), екранування (застосування різних поглинаючих і відображають матеріалів), містобудівні заходи (озеленення, спеціальне планування прилеглих до випромінюючих об'єктів районів, використання природного та створення затіненого штучного рельєфу місцевості) і т.д. [7].

Розвиток методів аналізу полів поблизу випромінювачів дозволило вдосконалювати "активні" методи захисту, до яких слід віднести зменшення випромінюваних потужностей, перенесення і реконструкцію випромінюючих елементів, зміна режимів роботи технічних засобів і т.д. Очевидно, що всі методи "Активного" захисту застосовні для населення. Важливим напрямком, що сприяє вирішенню завдань "Активного" захисту, є класифікація антен за ступенем екологічної небезпеки і розробка випромінюючих систем з поліпшеними екологічними характеристиками [6].

Таким чином, в даний час проблема електромагнітної безпеки і захисту навколишнього природного середовища від впливу електромагнітного поля придбала більшої актуальності і соціальну значимість, в тому числі на міжнародному рівні. Численні дослідження екологів та лікарів - гігієністів довели, що всі діапазони ЕМП впливають на здоров'я і працездатність людей. Доведено, що найбільш чутливими системами організму людини до дії ЕМП є центральна нервова система, статеві і ендокринні [6].

Енергетичне навантаження від ЕМП в промисловості і в побуті зростає постійно в зв'язку зі стрімким розширенням мережі джерел фізичних полів електромагнітної природи, а також зі збільшенням їх потужностей. У всіх країнах з кожним роком посилюються допустимі норми впливу електромагнітного випромінювання на фахівців і населення, особливо небезпечну дію ЕМП на дітей, підлітків, вагітних і людей з ослабленим здоров'ям.

3 НОРМАТИВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ

Ступінь біологічного впливу ЕМП на організм людини залежить від частоти випромінювань, напруги тривалості та інтенсивності поля. У загальному випадку параметром, що визначає ступінь впливу ЕМП ПЧ (промислової частоти) на організм, є щільність струму в тілі людини.

Напруженості високочастотних ЕМП, що створюються облаштуванням високочастотного захисту та зв'язку, телекомунікацій, техніки радіолокації, використовуваної в електроенергетиці, залежно від частоти впливають на персонал і населення менше порівняно з напруженістю ЕМП, створюваних об'єктами електроенергетики [8].

Проведені в 70-ті роки дослідження показали, що максимальний струм у тілі людини, індукований електричним полем, є набагато вищим, ніж струм, викликаний МП. Ця обставина на певному етапі досліджень дала змогу зробити необґрунтований висновок про практичну відсутність біологічного впливу магнітних полів промислової частоти на людей і тварин у санітарно-захисних зонах ПЛ (повітряної лінії).

У той же час, у результаті ряду зарубіжних досліджень було підтверджено біологічну активність впливу магнітного поля наднизьких частот, у тому числі МП промислової частоти, використовуваної в енергетиці з урахуванням інтенсивності та часу їх впливу, особливо пролонгованого в часі впливу на подальше покоління, що ускладнює медико-біологічні дослідження. У результаті досліджень було рекомендовано передбачати обмежувальні заходи в зоні впливу МП. Міжнародна комісія із захисту від неіонізуючих випромінювань (ICNIRP) на основі аналізу досліджень визначила перші нормативні документи з регламентації впливу магнітного поля.

Разом з тим сьогодні немає однозначних висновків щодо впливу слабких магнітних полів промислової частоти на здоров'я населення,

оскільки одна частина проведених епідеміологічних досліджень підтверджує такий вплив, а інша – ні. Відрізняються результати досліджень впливу ЕМП і при оцінках ризику захворювань різними хворобами. Робоча група Міжнародної Ради з великих електроенергетичних систем (CIGRE) зайняла обережну позицію щодо впливу МП ПЧ (промислової частоти). У свою чергу шведські, фінські, американські, канадські та французькі вчені опублікували результати досліджень, в яких було виявлено підвищений шкідливий ефект впливу слабких МП [9].

Численні дослідження в зоні біологічного впливу ЕМП визначають найбільш чутливі системи організму людини: нервову, імунну, ендокринну і статеву. Реакції зазначених та інших систем запропоновано відповідними міжнародними організаціями враховувати при оцінці ризику впливу ЕМП на персонал та населення. При цьому особлива увага має приділятися визначенню 4 допустимих рівнів впливу ЕМП на дітей, вагітних, людей із захворюваннями центральної нервової, гормональної, серцево-судинної системи, алергиків, людей з ослабленим імунітетом.

Визначені проблеми знаходяться у полі зору багатьох міжнародних організацій, таких як Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), Міжнародна електротехнічна комісія (МЕК), Міжнародна асоціація із захисту від іонізуючих випромінювань (IRPA), Європейський комітет з нормування у сфері електротехніки (CENELEC), Рада Європейського союзу (CEU), Міжнародна комісія із захисту від неіонізуючих випромінювань (ICNIRP), до якої входять 46 національних товариств, майже у всіх країнах Європи, США, Канади, Бразилії, Аргентини, Китаю, Японії, Росії, Індії тощо, а також національні комісії ряду країн світу [9].

Питаннями регулювання та обмеження забруднення навколишнього середовища ЕМП і контролю за його джерелами в зарубіжних країнах безпосередньо займаються профільні державні установи, що займаються енергетикою, зв'язком і телекомунікаціями, природоохоронні організації. Так, у США – це Агентство з охорони навколишнього середовища (US

Environment Protection Agency), у Німеччині – Міністерство з охорони навколишнього середовища і ядерної безпеки (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), у Нідерландах – Міністерство будівництва, територіального планування та охорони навколишнього середовища (Department of Housing, Spatial Planning and the Environment) тощо.

Окремими питаннями регулювання та обмеження рівня впливу ЕМП у навколишньому середовищі займаються державні органи щодо іонізуючих випромінювань (спеціальний департамент у системі Агентства з охорони навколишнього середовища США, Національна рада з радіаційного захисту Великобританії (National Radiological Protection Board), Департамент з радіаційного захисту Швеції (Swedish Radiation Protection Authority), Федеральне агентство з радіаційного захисту Німеччини (German Federal Office for Radiation Protection) тощо [9].

У багатьох країнах прийняті довгострокові міжнародні та національні програми щодо оцінки небезпечного впливу ЕМП на населення. Це наприклад, Міжнародний проект ВООЗ «ЕМП і здоров'я», програми ЄС, Національна програма досліджень США «ЕМП і поширення суспільної інформації» (EMF RAPID). Свої національні програми досліджень впливу ЕМП також мають Швеція, Фінляндія, Франція, Великобританія, Австралія, Японія, Німеччина, Данія, Канада тощо.

Необхідно підкреслити, що основною метою більшості науково-дослідних програм є оцінка наслідків впливу ЕМП різних джерел стосовно людини. Дослідження з оцінки впливу ЕМП різних джерел випромінювання на навколишнє середовище проводяться, насамперед, з метою екологічної відповідності їх впливу допустимим нормам.

3 МІЖНАРОДНА ТА ЗАРУБІЖНА ПРАКТИКА НОРМУВАННЯ І РЕГУЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ

Сьогодні у світі немає однозначних норм з обмеження впливу ЕМП частотою 50 Гц. Під час опрацювання національних норм більшість країн використовують рекомендації провідних міжнародних організацій у цій сфері. Це, перш за все, IRPA, ICNIRP, CENELEC та ВООЗ. Продовжуються також роботи над Міжнародним проектом щодо захисту від наслідків впливу ЕМП, які мають привести до взаємопорозуміння у справі введення єдиних норм з обмеження впливу ЕМП для різних країн. Механізм впливу ЕМП ПЧ на біологічний об'єкт пов'язано з наявністю електричних струмів і утворенням внутрішніх полів, значення яких залежить від анатомічної будови тіла, електричних і магнітних властивостей тканин, орієнтації тіла щодо векторів ЕП і МП, а також від характеристик ЕМП (частота, інтенсивність). У загальному випадку параметром, що визначає ступінь впливу ЕМП ПЧ на організм, є щільність наведеного в тілі струму. За результатами медико-біологічних досліджень встановлено гранично припустиму щільність струму в тілі, яку використовують для визначення граничних параметрів ЕМП, що підлягають контролю. На низьких частотах (нижче 1 МГц) такими параметрами є напруженості ЕП і МП. Зв'язок між граничним значенням характеристик ЕМП і гранично припустимою щільністю струму може розраховуватися за науково обґрунтованими формулами або встановлюватися експериментально. У табл.3.1 надані розрахунки отримані на підставі експериментальних досліджень, які встановлюють залежність біологічних ефектів від інтенсивності впливу, виражені щільністю наведеного в тілі струму.

У більшості міжнародних стандартів для встановлення припустимих рівнів параметрів ЕМП визначено безпечну для організму щільність струму в 10 mA/m^2 .

Таблиця 3.1 – Залежності біологічних ефектів від інтенсивності впливу [8]

| $j, \text{ A/m}^2$ | Біологічні ефекти впливу |
|--------------------|---|
| 1 – 10 | Мінімальні ефекти, що не являють собою небезпеки* |
| 10 – 100 | Виражені ефекти: зорові й з боку нервової системи |
| 100 – 1000 | Стимуляція збудливих структур (м'язова й нервова) тканини, можливий несприятливий вплив на здоров'я |
| >1000 | Можлива екстрасистоляція, фібриляція серця (гостре ураження) |

*Ефекти, що можуть бути компенсовані адаптаційними системами організму.

Відповідно до цього показника встановлені рівні еквівалентної напруженості електричного та магнітного полів для переведення їх до категорії рекомендованих або нормативних значень зменшуються через застосування коефіцієнтів запасу для умов впливу на персонал виробництва та населення. При низьких частотах установлюються коефіцієнти запасу від 2,5 до 10 і більше. Перевищення нормованих рівнів у реальних виробничих умовах, але не вище еквівалентних рівнів, можливе при відповідному часовому обмеженні їх дії.

Вплив ЕМП на людину та його нормативне обмеження визначено стандартами Міжнародної електротехнічної комісії (ІЕС) в документах: ІЕС 62226-1 ed1.0 (2004-11) Частина 1, 2 та ІЕС 62226-3-1 ed1.0 (2007-05) Частина 3 – 1 та інших документах. В основу нормування допустимих напруженостей ЕМП покладено науково визначені механізми впливу на організм людини: зміна різниці потенціалів на мембранах кліток за частот, нижчих 10 кГц, і нагрівання тканин за більш високих частот.

Найбільш обґрунтованими і повними є Норми CEU ENV50166, запропоновані Технічним комітетом CENELEC, що є правовим документом для захисту персоналу від впливу ЕМП на робочих місцях. Базовими

значеннями напруженості ЕП зазначених норм при тривалому впливі прийнято: постійне поле – 42 кВ/м. Для змінного струму у діапазоні частот 4 – 1000 Гц за базове значення прийнято щільність струму в 10 mA/m^2 , якому за частоти 50 Гц відповідають напруженості електричного і магнітного полів 20 кВ/м і 4 кА/м відповідно.

Базовим рівнем напруженості постійного МП прийняте значення 1,6 МА/м. Уперше нормовано струм, що протікає через людину при контакті з об'єктами, що перебувають в ЕП ПЧ: 3,5 мА – на робочих місцях і 1,5 мА – для населення.

Відповідно до стандартів ІЕС норми з напруженості ЕМП ПЧ на робочих місцях поділяються на три категорії. Перша категорія (6,1 кВ/м і 159 А/м) – обов'язкова інформація персоналу про поле; друга (12,3 кВ/м, 320 А/м і вище) – обов'язкові заходи щодо обмеження перебування в полі; третя (19,6 кВ/м і 480 А/м) – обов'язкове, крім обмеження перебування в полі, попередження: «небезпечна робота». Для населення базові значення напруженостей у більшості зарубіжних рекомендацій приймають у 2,5 раза меншими, ніж на робочих місцях.

В зоні низьких частот норми СЕУ ENV50166 передбачають більш високі значення напруженості полів на робочих місцях, порівняно з раніше запровадженими нормами IRPA. Імовірно, ослаблення обмежень щодо напруженості при нормуванні може зберегтися й надалі, якщо буде доведено, що небезпеку шкідливого впливу полів на людину перебільшено.

Динамічний процес перегляду вже встановлених і розроблення нових норм щодо впливу ЕМП на людину в усьому світі викликано необхідністю об'єктивної оцінки реальної небезпеки для здоров'я людини. Такий підхід зумовлено, насамперед, економічними міркуваннями, тому що дотримання санітарних норм і забезпечення нормованої ширини санітарно-захисної зони для ПЛ пов'язано зі значними витратами. З іншого боку, спостерігається тенденція до збільшення жорсткості норм і введення більш високих коефіцієнтів гігієнічного запасу для попередження можливих ризиків прояву

маловивчених механізмів впливу ЕМП на людину, перш за все МП у пролонгованому періоді.

3.1 Нормування впливу напруженості електричного поля

Міжнародною комісією ICNIRP, Європейським комітетом CENELEC, Міжнародною асоціацією IRPA, Міжнародною організацією інженерів у сфері електротехніки, радіоелектроніки і 7 радіоелектроної промисловості (IEEE), а також національними організаціями Великобританії (National Radiological Protection Board – NRPB, Національна рада з радіологічного захисту), Німеччини (Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik – BFE, Асоціація точної механіки і електротехніки) та США (American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH, спілка лікарів гігієністів США) за погодженням з відповідними міжнародними організаціями на основі дослідження еколого-біологічного впливу ЕМП прийнято нормовані значення напруженості електричного поля для виробничого персоналу та населення. У табл.3.2 наведено припустимі рівні впливу напруженості ЕП для умов цілодобового й короткочасного перебування персоналу або населення, за умови відповідного значення щільності наведеного струму (j).

Таблиця 3.2 – Рівні впливу напруженості ЕП для умов цілодобового й короткочасного перебування персоналу або населення [8]

| Організації | ЕП, кВ/м | | Щільність струму, мА/м ² | Еквівалентне ЕП, кВ/м (без урахування коефіцієнта запасу) |
|--------------------------------------|--------------|------------------|--|---|
| | Короткочасне | 8 год/ 24 год | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ICNIRP Guidelines, 1998: персонал | - | 10 | 10 | 25 |
| населення | - | 5 | 2 | 5 |
| CENELEC: | | | | |
| персонал | 30 | 10 | 10 | 30 |
| населення | - | 10 | 4 | 12 |

Продовження табл.3.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|-----------------------|--------------|---------|--------------|
| IRPA: персонал населення | 10 5 | 30 10 | - - | - - |
| Германія – BFE: персонал, що працює в МП персонал, що не працює в МП | 30 (1-2 год./день) | 21,3 6,67 | 10 2 | 66,7 13,3 |
| Великобританія – NRPB | - | 12 | 10 | 21 |
| США – ACGIH: персонал | - | 25 | 10 | 25 |

Більшість зарубіжних країн мають національні стандарти або інструкції, що нормують припустимі рівні впливу ЕП ПЧ для населення та персоналу, що в основному відповідають рекомендованим відповідними міжнародними організаціями.

Прийняті Радою Європи (CEU) рішення мають характер політичної директиви. Інститути, органи й організації, країни-члени, яким вони адресовані, юридично зобов'язані їх виконувати й забезпечувати впровадження в життя.

У більшості країн-членів Євросоюзу на основі рекомендацій ICNIRP, CENELEC, BFE, NRPB прийнято національні нормативні значення ЕП, що наведені в табл.3.3:

Таблиця 3.3 – Національні нормативи (рекомендації) електричного поля промислової частоти, кВ/м [8]

| Країна/Організація | Граничне значення напруженості електричного поля Е (кВ/м) | Коментарі/Рекомендації по застосуванню допустимої величини |
|--------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Австрія | 5 | Рекомендований рівень. Допустимий розрядний струм 0,5 мВ |
| Бельгія | 10 | У місцях, доступних для людей |
| | 7 | Перехрестя доріг |
| | 5 | Доступні нежитлові зони |

Продовження табл. 3.3

| 1 | 2 | 3 |
|-------------------|-----|---|
| Хорватія | 10 | Перебування у полі до декількох годин на день. Значення рекомендоване ICNIRP |
| | 5 | Перебування у полі без часових обмежень. Значення рекомендоване ICNIRP |
| Чеська Республіка | 10 | Перебування у полі до декількох годин на день. Значення рекомендоване ICNIRP |
| | 5 | Перебування у полі без часових обмежень. Значення рекомендоване ICNIRP |
| Естонія | 10 | Перебування у полі до декількох годин на день. Значення, рекомендоване до застосування ICNIRP на основі рекомендації для країн Європейського Союзу |
| | 5 | Перебування у полі без часових обмежень. Значення, рекомендоване до застосування ICNIRP на основі рекомендації для країн Європейського Союзу |
| Фінляндія | 15 | Рекомендоване значення для короткочасної експозиції |
| | 5 | Рекомендоване значення для довготривалої експозиції |
| Франція | 5 | Рекомендоване значення для експозиції у полі, що генерується новими та перебудованими об'єктами енергосистеми, що працюють у нормальних умовах |
| Литва | 10 | Перебування у полі декількох годин на день. Значення, рекомендоване до застосування INCIRP на основі рекомендації для країн Європейського Союзу |
| | 5 | Перебування у полі без часових обмежень. Значення, рекомендоване до застосування ICNIRP на основі рекомендації для країн Європейського Союзу |
| Німеччина | 10 | Короткочасна експозиція та невеликі зони, не призначені під забудову |
| | 5 | Інші зони |
| Польща | 10 | В місцях, доступних для людей |
| | 1 | У зонах, призначених до для жилого будівництва |
| Португалія | 5 | Рекомендована величина для довгочасної експозиції. Допустимий розрядний струм 0,5 мА |
| Словенія | 10 | У місцях, доступних для людей |
| | 0,5 | У зонах особливого захисту (місцезнаходження житлових будинків, шкіл, лікарень, центрів відпочинку, тощо) |
| Швейцарія | 5 | У місцях, доступних для людей |

Продовження табл. 3.3

| 1 | 2 | 3 |
|------------------------------|----|---|
| Швеція | 10 | Рекомендації Шведської служби радіологічного захисту |
| Великобританія | 5 | Так званий довідковий рівень. Допустимий розрядний струм 0,5 мА |
| Італія | 5 | Так звана гранична величина експозиції |
| Рекомендації Євросоюзу - СЕУ | 5 | Рекомендоване значення для довготривалої експозиції у відповідності з Рекомендацією 1991/519/ЄС. Допустимий розрядний струм 0,5 мА. |

У США окрім загальнонаціональних рекомендацій в окремих штатах запроваджено доповнення, наприклад, напруженості ЕП на границі зони відчуження нормовано в межах від 1 кВ/м (штат Монтана) до 3 кВ/м (штат Нью-Джерсі). У деяких країнах, наприклад, у Австралії, у виняткових випадках для лінії 500 кВ допускається напруженість ЕП на границі зони відчуження – 5 кВ/м.

3.2 Нормативно-правове регулювання впливу електромагнітних полів в Україні.

Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18.12.2002 № 476 з 01.04.2003 введено в дію «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів». Раніше, у 1996 р. наказом Міністерства охорони здоров'я України від 01.08.1996 № 239 було затверджено «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань», у тому числі ЕМП, що створюються пристроями електропередавання змінного струму промислової частоти та «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів», затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996 р. № 173. До офіційного введення цих Норм і Правил в Україні діяли відповідні норми і правила колишнього СРСР.

Зазначені Норми і Правила встановлюють вимоги до умов праці робітників, які займаються виготовленням, експлуатацією, обслуговуванням і

ремонт обладнання, під час роботи якого виникають постійні ЕМП та електромагнітні випромінювання (ЕМВ), а також для забезпечення захисту населення і охорони його здоров'я від шкідливого впливу ЕМП, які створюються електричними мережами та їх елементами (ПЛ змінного струму промислової частоти, електричні ПС, розподільчі пристрої, струмопроводи, тощо).

Вимоги цих Норм і Правил є обов'язковими для всіх міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, підприємств, установ, організацій незалежно від відомчої належності та форм власності. Усі галузеві нормативно-технічні документи також мають відповідати зазначеним Нормам і Правилам. В основу гігієнічних норм впливів ЕМП закладено принцип, відповідно до якого безпечним для людини є гранично допустимі рівні електромагнітних полів (ГДР), вплив яких не повинен викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я людини в момент впливу або в пролонгованому періоді. Гігієнічні нормативи в Україні розробляють компетентні установи, як правило, на підставі комплексних досліджень, що включають у себе гігієнічні, клінікофізіологічні, епідеміологічні та експериментальні дослідження. За результатами цих досліджень визначається поріг шкідливої дії, тобто такого впливу ЕМП, за якого в організмі відбуваються зміни життєвих процесів, що виходять за межі припустимих відхилень.

Для урахування невизначеності наукових даних (з метою підвищення надійності нормативів при переході від установлених порогів впливу до нормованих рівнів) вводиться коефіцієнт гігієнічного запасу від 2,5 до 10 і вище, в результаті чого діючі в країні ГДР більш жорсткі, ніж рекомендовані відповідними міжнародними організаціями та діючі національні норми більшості зарубіжних країн [10].

У табл.3.4 надані гранично допустимі рівні щільності потоку енергії залежно від тривалості впливу ЕМВ, які визначаються залежно від часу впливу цього фактора на організм людини за робочу зміну.

Таблиця 3.4 – Гранично допустимі рівні [10]

| | | | | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|------|-------|
| Час перебування персоналу, год | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0,5 | 0,25 | 0,020 |
| Щільність потоку енергії, мкВт/см ² | 25 | 29 | 33 | 40 | 50 | 67 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1000 |

При тривалості впливу, меншого ніж 0,2 год. подальше підвищення інтенсивності зазначеного фактора не допускається.

Гранично допустимі рівні впливу електричного поля напруженості ЕП ПЛ частотою 50 Гц встановлено «Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів» (затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996 р. № 173) та «Державними санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» (затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 01 серпня 1996 р. № 239) - табл.3.5.

Таблиця 3.5 –Гранично допустимі рівні напруженості електричного поля ПЛ [10]

| Території, на яких регламентовано рівень ЕП промислової частоти | ГДР напруженості ЕП, кВ/м |
|--|---------------------------|
| 1 | 2 |
| У середині житлових будинків | 0,5 |
| Зона житлової забудови | 1,0 |
| Населена місцевість, територія 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 у межах цих пунктів), а також території городів і садів | 5,0 |
| Території перетину ПЛ з автомобільними шляхами I-IV категорії | 10,0 |

Продовження табл.3.5.

| 1 | 2 |
|---|------|
| Населена місцевість (незабудована територія, яку відвідують люди, доступна для транспорту, і сільськогосподарські угіддя) | 15,0 |
| Важкодоступна місцевість (не доступна для транспорту та сільськогосподарських машин) та ділянки, спеціально відгороджені для унеможливлення доступу населення | 20,0 |

Перебувати в ЕП з рівнем напруженості до 5 кВ/м включно допускається протягом 8 год робочого дня. При напруженості ЕП від 20 кВ/м до 25 кВ/м перебування персоналу в ЕП не повинне перевищувати 10 хвилин. При необхідності встановлення допустимого рівня напруженості ЕП за регламентованого часу роботи в ньому, рівень напруженості ЕП розраховується за формулами згідно з «Державними санітарними нормами та правилами при роботі з джерелами електромагнітних полів».

З метою захисту населення від впливу ЕП встановлюються санітарно-захисні зони – земельні ділянки, межі яких регламентуються по обидва боки від ПЛ на певній відстані від 23 проекції крайніх фазних проводів на землю, у перпендикулярному до ПЛ напрямку. Санітарнозахисною зоною вважається територія, на якій рівень напруженості ЕП перевищує 1 кВ/м. Згідно з «Правилами охорони електричних мереж», затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 04.03.1997 р., охоронні зони електричних мереж встановлено для ПЛ напругою: 1 кВ – 2 м; до 20 кВ – 10 м; 35 кВ – 15 м; 110 кВ – 20 м; 150, 220 кВ – 25 м; 330, 400, 500, +(-) 400 кВ – 30 м; 750 кВ – 40 м тощо [11].

У разі перевищення ГДР напруженості електричного поля, необхідно вживати заходи щодо її зниження. Так, у місцях можливого перебування людини напруженість ЕП може бути зменшено шляхом віддалення житлової забудови від ПЛ або навпаки, а також застосуванням екрануючих пристроїв та інших засобів зниження напруженості ЕП.

Сільськогосподарські угіддя, що знаходяться в санітарно-захисних зонах ПЛ, рекомендовано використовувати під вирощування сільськогосподарських культур, які не потребують ручного оброблення.

Машини і механізми на пневматичному ходу, які знаходяться в санітарно-захисних зонах ПЛ, повинні бути заземленими. Машини та механізми без критих металевих кабін, що застосовуються при сільськогосподарських роботах у санітарно-захисній зоні ПЛ напругою 750 кВ, мають бути обладнаними екранами для зниження напруженості ЕП на робочих місцях механізаторів.

На території санітарно-захисних зон ПЛ напругою 750 кВ забороняється проведення сільськогосподарських та інших видів робіт особами у віці до 18 років [12].

В Україні виробничі впливи гранично допустимого рівню напруженості МП промислової частоти регламентовано «Державними санітарними нормами та правилами при роботі з джерелами електромагнітних полів» (наказ МОЗ України від 18.12.2002 № 476) залежно від часу перебування персоналу для умов загального впливу (на все тіло) і локального (на кінцівки) – табл.3.6.

Таблиця 3.6 – Допустимі рівні впливу магнітного поля промислової частоти для виробничих умов [13]

| Час перебування персоналу, год. | Час перебування персоналу, год. | |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------|
| | Загальний | Локальний |
| ≤ 1 | 1600/2000 | 6400/8000 |
| 2 | 800/1000 | 3200/4000 |
| 4 | 400/500 | 1600/2000 |
| 8 | 80/100 | 800/1000 |

Нормативний документ ДСанПіН №198-97 «Державні санітарні норми і правила при виконанні робіт в не вимкнених електроустановках напругою

до 750 кВ включно» установлює ГДР напруженості ЕМП промислової частоти при виконанні робіт в невимкнених електроустановках в залежності від часу та місць впливу цих факторів на організм людини. При впливі на весь організм людини ГДР напруженості визначаються по ЕП – 25 кВ/м, а МП – 6 кА/м. При впливі тільки на кінцівки людини (руки до ліктів, ноги до колін) ГДР напруженості визначаються по ЕП – 25 кВ/м, а МП – 12 кА/м. Перебування незахищеної людини в ЕП напруженістю до 5 кВ/м включно дозволяється протягом всього робочого дня (8 годин) [14].

У 2008 р. Державною установою «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва» Академії медичних наук України розроблено Тимчасові ГДР індукції МП підземних кабельних лінії (КЛ) частотою 50 Гц (табл.3.7), на основі яких наказом Мінпаливенерго від 20.10.2008 р. № 512 затверджено та введено в дію нормативний документ СОУ-Н ЕЕ 20.179:2008 «Розрахунок електричного і магнітного полів ліній електропередавання. Методика» [15].

Таблиця 3.7 - Тимчасові ГДР МП, що створюється підземними КЛ змінного струму промислової частоти на висоті 0,5 м від поверхні землі або від підлоги [15].

| Території, на яких регламентується рівень МП промислової частоти | Тимчасові ГДР МП, мкТл |
|---|------------------------|
| У середині житлових будинків | 0,5 |
| На відстані 50 см від стін житлових приміщень і від побутових електричних приладів | 3,0 |
| Територія житлової забудови | 10,0 |
| Населена місцевість, поза зоною житлової забудови (землі в межах міста з урахуванням перспективного розвитку на 10 років, приміські та зелені зони, землі селищ міського типу в межах селищної межі і сільських населених пунктів), а також території городів і садів | 20,0 |
| Населена місцевість (незабудована територія, яку відвідують люди і яка доступна для транспорту, сільськогосподарських машин) | 50,0 |

В основу СОУ-Н ЕЕ 20.179:2008 покладено такі положення:

- рівень напруженості ЕП КЛ розраховується під час проектування КЛ з одножильними кабелями, які містять неекрановані відносно землі ділянки струмопровідних жил;

- індукцію МП КЛ необхідно розраховувати у разі проектування КЛ з одножильними кабелями з перерізом струмопровідної жили понад 95 мм^2 у разі заземлення екранів з обох боків і проектування КЛ з одножильними кабелями з перерізом струмопровідної жили понад 35 мм^2 у разі заземлення екранів з одного боку або розділення та транспозиції екранів;

- значення індукції магнітного поля підземних КЛ обчислюється на висоті 0,5 м від поверхні землі або від підлоги;

- під час прокладання КЛ в санітарно-захисній зоні ПЛ значення напруженості (індукції) ЕМП, утворюваних ПЛ і КЛ, слід обчислювати на висотах 0,5 і 1,8 м від поверхні землі [15].

У СОУ-Н ЕЕ 20.179:2008 щодо напруженості електричного та магнітного полів ПЛ також зазначено:

- рівень напруженості ЕП ПЛ розраховується у випадках, передбачених «Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів» та «Державними санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань»;

- індукцію МП ПЛ потрібно розраховувати під час проектування ПЛ з перерізом проводів понад 95 мм^2 ;

- значення впливових величин ПЛ розраховують для номінальної напруги і максимального симетричного навантаження в нормальному режимі роботи за відповідності показників якості електричної енергії (ГОСТ 13109-97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»);

- значення напруженості ЕП ПЛ обчислюють на висоті 1,8 м над поверхнею землі тощо [15].

Акустичні шуми та вібрації електроустановок. В країні гранична гучність акустичного шуму від ПЛ не регламентовано, оскільки за прийнятої зони впливу 100 м від крайньої фази акустичний шум не є домінуючим чинником при виборі проводів ПЛ. За припустимий прийнято такий рівень звуку, при тривалій дії якого не відбувається негативних змін у фізіологічних реакціях і в суб'єктивному самопочутті людини. «Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» № 3077-84 встановлюють припустимі параметри шуму для різних місць перебування людини залежно від виду діяльності людини в конкретних умовах. Зокрема, для житлової території припустимий рівень гучності становить: уночі 45 дБ, удень 55 дБ. Ці норми використовуються при визначенні припустимих рівнів акустичних шумів від ПЛ [16].

Правилами охорони електричних мереж, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 04.03.97 №209, передбачено встановлення відповідних охоронних зон за периметром трансформаторних підстанцій, розподільчих пунктів і пристроїв – на відстані 3 метрів від огорожі або споруди [17]. Допустимі рівні шуму та вібрації в приміщеннях будинків, утворювані об'єктами електроенергетики, повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації», СНиП 23-03-2003 «Защита от шума», ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» тощо.

Оцінка впливів ЕМП на навколишнє середовище при проектуванні об'єктів електроенергетики відбувається відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 27 липня 1995 р. №554 (зі змінами) об'єкти електричних мереж не входять до Переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку.

Розроблення матеріалів з оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) у складі проектної документації на нове будівництво, розширення, реконструкцію та технічне переоснащення об'єктів промислового та

цивільного призначення виконують відповідно до вимог ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд», що забезпечує визначення екологічних наслідків діяльності з передавання електричної енергії і гарантій виконання природоохоронних заходів із забезпечення безпеки навколишнього середовища на весь період здійснення такої діяльності. Заходи ОВНС визначаються при проектуванні електроустановок та ПЛ відповідно до ДБН А.2.2-1-2003, законів і кодексів України, міжнародних конвенцій і угод, які ратифіковано Україною, ряду інших нормативно-правових актів і нормативних документів.

Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектною документації для будівництва об'єктів виконується відповідно до ДБН А.2.2-3-2004 «Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектною документації для будівництва».

Проекти енергетичних об'єктів мають відповідати вимогам чинних «Правил улаштування електроустановок», ДВН В 2.5-16-99 «Інженерне обладнання споруд, зовнішніх мереж, визначення розмірів земельних ділянок для об'єктів електричних мереж»; ДСанПіН 3.3.6-096-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів», чинним галузевим нормативним документам та інш.

Захист персоналу від впливу ЕМП промислової частоти, здатних негативно впливати на організм людини, в електроустановках потрібно забезпечувати відповідно до вимог ГОСТ 12.1.002-84 «Система стандартів безпеки труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах» [18], ДСН 198-97 «Державні санітарні норми і правила при виконанні робіт в не вимкнених електроустановках напругою до 750 кВ включно» тощо [19].

У процесі вибору майданчика і проектування електроустановок всіх напруг (у тому числі вбудованих, прибудованих, заглиблених і підземних)

відповідно до ДСН-239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» слід передбачати заходи щодо захисту людей, не пов'язаних із обслуговуванням електроустановок, від негативного впливу ЕМП на організм людини.

На етапі проектування напруженості ЕП і МП, утворюваних ПЛ і КЛ змінного струму, визначаються розрахунковим шляхом відповідно до вимог СОУ-Н ЕЕ 20.179:2008 «Розрахунок електричного і магнітного полів лінії електропередавання. Методика» [15].

Проектна документація на будівництво ПЛ повинна включати розділ «Захист від шуму та вібрацій», який містить розрахунки очікуваних рівнів звукових тисків і загальних рівнів звуку в найближчих приміщеннях і на прилеглих територіях, а також рівнів вібрацій. Допустимі рівні звуків у житлових і громадських будинках, граничні спектри залежно від рівня звуку та допустимі рівні інфразвуку на території будинків, утворювані об'єктами електроенергетики повинні відповідати вимогам ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених 26 пунктів», СНиП 23-03-2003 «Защита от шума», «Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» № 3077-84 та інш.

Завади, створювані ПЛ і ПС, не повинні перевищувати значень, установлених Нормами індустриальних завод, «Правилами защиты устройств проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияния линий электропередачи», ГОСТ 13109 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» та інш. Вплив завод повинен зменшуватися до припустимих рівнів за рахунок раціонального вибору конструкцій під час проектування та своєчасного усунення дефектів під час експлуатації ПЛ і ВРП.

При проведенні проектно-пошукових робіт у галузі враховуються також вимоги ряду національних стандартів з питань електромагнітної сумісності обладнання, у тому числі від об'єктів електроенергетики щодо захисту та обмеження створюваних завад згідно з додатком до наказу Держспоживстандарту України від 26.01.2010 р. № 21.

Контроль за дотриманням ГДР напруженості ЕМП здійснюється під час приймання в експлуатацію нових будинків, споруд та зон відпочинку і виконання роботи поблизу ПЛ та після проведення заходів щодо зниження рівнів напруженості ЕМП ПЛ.

В Україні контроль та нагляд за дотриманням діючих норм і стандартів на об'єктах електроенергетики здійснюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері нагляду (контролю) в галузі електроенергетики.

Способом здійснення державного нагляду (контролю) в електроенергетиці є проведення центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері нагляду (контролю) в галузі електроенергетики відповідних обстежень, перевірок, оглядів, інспектування щодо енергетичного обладнання суб'єктів електроенергетики та споживачів енергії у порядку, визначеному Законом України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності».

Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері нагляду (контролю) в галузі електроенергетики здійснює державний нагляд (контроль) за електричними, тепловими, тепловикористовувальними установками і мережами суб'єктів електроенергетики та споживачів енергії щодо дотримання вимог нормативно-правових актів, нормативно-технічних документів, нормативних документів з питань технічної експлуатації електричних станцій і мереж, енергетичного обладнання споживачів енергії та суб'єктів електроенергетики, випробування та ремонту енергоустановок і мереж, режимів постачання та споживання електричної і теплової енергії.

ВИСНОВОК

Отже, електромагнітне випромінювання — потужний фізичний подразник, воно впливає на біологічні об'єкти та, зокрема, на людину під час усього її існування.

Тривалий вплив випромінювання порушує функції серцево-судинної системи, погіршує обмін речовин, призводить до зміни складу крові, зниження біохімічної активності.

Захист людини від небезпечного впливу електромагнітного опромінення здійснюється наступними способами: зменшення випромінювання від джерела; екранування джерела випромінювання до робочого місця; встановлення санітарно-захисної зони; поглинання чи зменшення утворення зарядів статичної електрики; усунення зарядів статичної електрики; застосування коштів індивідуального захисту. Зменшення потужності випромінювання від джерела реалізується застосуванням поглинання електромагнітної енергії; блокуванням випромінювання або зниженням його потужності для обертових антен в секторі, в якому знаходиться об'єкт, що захищається.

Чинні в Україні норми щодо обмеження впливу ЕМП ПЛ і ПС на навколишнє середовище дають змогу зберегти здоров'я населення. Вітчизняні норми щодо допустимої напруженості ЕМП на робочих місцях і для населення більш жорсткі, ніж діючі міжнародні норми. Проте вони також потребують удосконалення і доповнення. Так, наприклад, чинні вимоги з обмеження МП промислової частоти для населення носять тимчасовий характер і потребують подальшого вивчення та нормативно-правового визначення. У зв'язку з необхідністю нарощування потужності, що передається по електричних мережах, збільшення пропускної спроможності діючих ліній електропередавання заслуговує на увагу вивчення зарубіжного досвіду (ЕС, CIGRE) щодо розроблення та застосування при проектуванні

ПЛ нових конструкцій опор ліній електропередавання та оптимізації відповідного розміщення фаз на багатоланцюгових лініях електропередавання для забезпечення найбільш можливого зниження напруженості ЕМП.

Враховуючи що норми впливу акустичного шуму від електроустановок у країні відсутні, регламентовано лише загальноміський рівень шуму поза залежністю від його джерела, цій роботі необхідно приділити належну увагу.

Для підвищення рівня захисту персоналу від впливу напруженості МП при проведенні ремонтно-експлуатаційних робіт на ПЛ під напругою необхідно продовжити медико-біологічні дослідження щодо врахування дії вектору напруженості магнітного поля по відношенню до положення тіла людини від чого залежить достовірність визначення рівня допустимої напруженості магнітного поля.

Доцільно також розглянути можливість опрацювання нормативного забезпечення щодо обмеження впливу на навколишнє середовище потужних ліній електропередавання постійного струму.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Електромагнітні поля антропогенного походження – техногенний вірус 21 століття. URL: http://cgz.vn.ua/nformatsya-dlya-naselennya/nformatsya-dlya-naselennya_396.html
1. Злобін Ю. А. Основи екології: Підруч. Київ, 1998. 240 с.
2. Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. и др. Безопасность жизнедеятельности. Москва, 1999; Экология города: Учеб. К., 2000. 140 с.
3. Загальна екологія (Online курс лекцій) URL: <https://ecologyknu.wixsite.com/ecologymanual/11-6>
4. Захаров Є.П.. Електромагнітне забруднення. Енциклопедія Сучасної України: І.М. Дзюба, А.І. Жуковський, М.Г. Железняк та ін.; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006.
5. Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии. Москва. Радио и связь, 2000. 240 с.
6. Санитарные нормы и правила защиты населения от влияния электромагнитных излучений №239 Министерство охраны здоровья Украины. Киев. 1996.
7. Думанский Ю.Д. Итоги и перспективы научных исследований в области гигиены электромагнитных факторов окружающей среды. Гигиена населенных мест. Киев, 2001. Том 2. Вып.38. С.4–21.
8. Малиновский Г.Т., Мовчун Н.В. Излучения земли, психическая энергия и здоровье человека. Киев. Логос, 2002. 303с.
9. Сивый М.И. Геопатогенные зоны Земли: к пониманию их патогенности . Эниология. 2001. №4. С. 48-54.
10. Нікітіна Н.Г., Баркевич В.А. Вплив електромагнітних випромінювань на здоров'я населення (науковий огляд). Гигиена населенных мест. 2007. Вып. №50. С. 209-214.

11. Куротченко С.П., Субботина Т.И. Влияние излучения аппаратуры сотовой связи на жизненные функции организма при экранировании минералом шунгит . Вестник новых медицинских технологий. 2004. Том 11. №4. С.137-139.
12. Трубчанинова Н.С. Компьютер и мобильный телефон: благо цивилизации или опасность для жизнедеятельности человека? Довкілля та здоров'я. 2007. №3(42). С. 43–45.
13. Белокриницкий В.С. , Гоженко А.И. Микроволновая патология и пути ее профілактики. Довкілля та здоров'я. 2007. №4(43). С. 7–11.
14. Державні санітарні норми і правила при виконанні робіт в не вимкнених електроустановках напругою до 750 кВ включно: ДСанПіН №198-97.
15. Розрахунок електричного і магнітного полів ліній електропередавання. Методика : СОУ-Н ЕЕ 20.179:2008.
16. Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки № 3077-84
17. Правила охорони електричних мереж: Постанова КМУ від 04.03.97 №209. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/209-97-%D0%BF#Text>.
18. Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах : ГОСТ 12.1.002-84.