

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЧНИЙ

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Кваліфікаційна робота
магістра

на тему МОНІТОРИНГ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ УЧБОВИХ
ПРИМІЩЕНЬ

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1018
спеціальності 101 екологія, освітньої програми
екологія та охорона навколишнього середовища

Ткаченко В. О.

Керівник доц., доц., к. т. н., Чаусовський Г. О.

Рецензент доц., доц., к. б. н. Воронова Н. В.

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет біологічний
 Кафедра загальної та прикладної екології і зоології
 Освітній рівень магістр
 Спеціальність 101 екологія
 Освітня програма екологія та охорона навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
 д.б.н., проф.

О.Ф. Рильський
 « _____ » _____ 2019 року

**ЗАВДАННЯ
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Ткаченко Владиславу Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Моніторинг електромагнітного забруднення учбових приміщень
 керівник роботи Чаусовський Григорій Олександрович, к.т.н, доцент
 затверджена наказом ЗНУ від « 12 » червня 2019 року № _____
2. Строк подання студентом роботи грудень 2019 року
3. Вихідні дані до роботи: діапазон вимірювання величини магнітної індукції електромагнітного випромінювання.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) здійснити моніторинг електромагнітного забруднення в різних учбових приміщеннях ЗНУ; 2) аналітично обґрунтувати заходи профілактики негативного впливу електромагнітного забруднення;
3) сформулювати практичні рекомендації валеологічного характеру.
5. Перелік графічного матеріалу: Таблиця 1.1–1.5, 2.1, 3.1–3.12, Рисунок 1.1–1.2, 2.1–2.2, 3.1–3.4

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	КОНСУЛЬТАНТ	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Маслова Оксана Володимирівна		

7. Дата видачі завдання _____ 11.02.2018р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
	Огляд наукової літератури. написання розділу 1	жовтень-грудень 2018	Виконано
	Засвоєння техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. написання відповідного розділу	січень-лютий 2018-2019	Виконано
	Проведення експериментальних досліджень, оформлення результатів досліджень. Статистична обробка даних Написання відповідного розділу	березень-квітень 2019	Виконано
	Оформлення кваліфікаційної роботи магістра	травень-вересень 2019	Виконано
	Передзахист. Рецензування кваліфікаційної роботи	жовтень – грудень 2019	Виконано
	Захист кваліфікаційної роботи	січень 2020	Виконано

Студент

_____ (підпис)

Ткаченко В. О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Чаусовський Г. О.

_____ (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

_____ (підпис)

Притула Н. М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дана робота викладена на 76 сторінках друкованого тексту, з них 69 сторінок основного тексту, з них: 18 таблиць, 8 рисунків та 1 додаток. Перелік використаних джерел включає 50 джерел, з них 10 латиницею.

Мета роботи полягає у здійсненні експериментальних досліджень локалізації джерел забруднення електромагнітним випромінюванням в учбових приміщеннях ЗНУ з метою мінімізації його негативного впливу.

Об'єкт дослідження – учбові приміщення.

Наукова новизна полягає в аналітичному обґрунтуванні алгоритма виявлення потенційних джерел небезпеки локалізованого електромагнітного випромінювання на різних ділянках учбових приміщень.

Предмет дослідження – електромагнітного забруднення учбових приміщень ЗНУ.

Теоретичне та практичне значення роботи. Матеріали роботи можуть бути використані на заняттях з екологічної безпеки, моніторингу довкілля, а також для подальшого вивчення впливу електромагнітного випромінювання на здоров'я викладачів та студентів ЗНУ.

За результатами досліджень було підтверджено наявність негативного явища – забруднення учбових аудиторій ЗНУ «електромагнітним смогом», яке представляє потенційну небезпеку для здоров'я студентів та викладачів ЗНУ.

Встановлено, що локалізація джерел потенційної небезпеки забруднення учбових приміщень «електромагнітним смогом» відрізняється в різних аудиторіях і потребує в зв'язку з цим екологічного моніторингу.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ СМОГ, УЧБОВІ ПРИМІЩЕННЯ, МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ, ДЖЕРЕЛА ПОТЕНЦІЙНОЇ НЕБЕЗПЕКИ, ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ.

ABSTRACT

This work is outlined on 76 pages of printed text, of which 69 pages of the main text, of which: 18 tables, 8 figures and 1 appendix. The list of sources used includes 50 sources, of which 10 are Latin.

The purpose of the work is to carry out experimental studies of localization of sources of contamination by electromagnetic radiation in ZNU study rooms in order to minimize its negative impact.

Object of study - study premises.

The scientific novelty lies in the analytical justification of the algorithm for the detection of potential sources of danger of localized electromagnetic radiation in different areas of training rooms.

The subject of the study is electromagnetic contamination of ZNU study rooms.

Theoretical and practical importance of the work. Work materials can be used in environmental safety, environmental monitoring, and further study of the effects of electromagnetic radiation on the health of teachers and students at ZNU.

According to the results of the studies, the presence of a negative phenomenon - contamination of ZNU's academic classrooms with "electromagnetic smog", which poses a potential health hazard for ZNU students and teachers, was confirmed.

According to the results of the studies, the presence of a negative phenomenon - contamination of ZNU's academic classrooms with "electromagnetic smog", which poses a potential health hazard for ZNU students and teachers, was confirmed.

It is established that the localization of sources of potential danger of contamination of training facilities by "electromagnetic smog" differs in different audiences and in this connection requires environmental monitoring.

ELECTROMAGNETIC SMOG, LEARNING ROOMS, ENVIRONMENT MONITORING,
SOURCES OF POTENTIAL SAFETY, ELECTROMAGNETIC EMISSIONS

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, ВИЗНАЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
1.1 Джерела електромагнітних випромінювань.....	10
1.2 Класифікація електромагнітних полів	12
1.3 Характеристика електромагнітних полів та їх джерел	17
1.4 Вплив електромагнітних полів на навколишнє середовище, організм людини та тварин	24
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	37
2.1 Методи дослідження.....	37
2.2 Статистична обробка результатів досліджень	39
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	40
3.1 Результати досліджень VI корпусу ЗНУ.....	40
3.2 Результати досліджень II корпусу ЗНУ	44
3.3 Результати досліджень III корпусу ЗНУ	48
3.4 Результати досліджень I корпусу ЗНУ.....	52
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
4.1 Інструкція при роботі з електроприладами.....	56
4.2 Інструкція при роботі за персональним комп'ютером.....	60
ВИСНОВКИ.....	69
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	71
ДОДАТКИ.....	76

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, ВИЗНАЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЕМВ – електромагнітне випромінювання

ЕМП – електромагнітне поле

ІЧ – інфрачервоне випромінювання

УФ – ультрафіолетове випромінювання

МККР – міжнародний консультативний комітет радіозв'язку

НЧ – низькі частоти

СЧ – середні частоти

ВЧ – високі частоти

ДВЧ – дуже високі частоти

УВЧ – ультрависокі частоти

НВЧ – надвисокі частоти

КВ – коротке випромінювання

УКХ – ультракороткохвильовий

УКВ – ультракоротке випромінювання

ЛЕП – лінії електропередач

ККД – коефіцієнт корисної дії

ВДТ – відеодисплейні термінали

ГМП – геомагнітне поле

РТО – радіотехнічні об'єкти

ГДР – гранично допустимі рівні

ЕЕ – енергетична експозиція

ІПД – імпульс потужності джерела

КСД – коефіцієнт спрямованої дії

ЩПЕ – щільність потоку енергії

ПК – персональний комп'ютер

ВСТУП

З середини 19-го століття в передових країнах почалося активне розповсюдження електричних машин та апаратів. Сьогодні на Землі функціонує велика кількість електростанцій, вона покрита «павутиною» ліній електропередач. Електромагнітне випромінювання генерують всі електропровідні технічні прилади, а також багато численні радіостанції, телевізійні центри та інші засоби зв'язку. Поверхнева густина потоку техногенної електромагнітної енергії за останні роки досягла таких значень (насамперед, у містах), що актуальною стала необхідність боротьби з електромагнітним забрудненням навколишнього середовища.

Актуальність даної роботи зумовлена тим, що перевищення допустимих норм електромагнітного випромінювання негативно впливає на інтегральні показники здоров'я людини. Отже, потрібно дослідити значення електромагнітного забруднення в учбових приміщеннях ЗНУ та запропонувати доступний спосіб вирішення даної проблеми.

Мета роботи полягає у здійсненні експериментальних досліджень локалізації джерел забруднення електромагнітним випромінюванням в учбових приміщеннях ЗНУ з метою мінімізації його негативного впливу.

Об'єкт дослідження – учбові приміщення.

Наукова новизна полягає в аналітичному обґрунтуванні алгоритма виявлення потенційних джерел небезпеки локалізованого електромагнітного випромінювання на різних ділянках учбових приміщень.

Предмет дослідження – електромагнітного забруднення учбових приміщень ЗНУ.

В ході дослідження передбачається вирішити такі завдання:

– здійснити моніторинг електромагнітного забруднення в різних учбових приміщеннях ЗНУ;

– аналітично обґрунтувати заходи профілактики негативного впливу електромагнітного забруднення на здоров'я викладачів та студентів ЗНУ;

– сформулювати практичні рекомендації валеологічного характеру, відносно зменшення негативного впливу «електромагнітного смога» в учбових приміщеннях ЗНУ.

Теоретичне та практичне значення роботи. Матеріали роботи можуть бути використані на заняттях з екологічної безпеки, моніторингу довкілля, а також для подальшого вивчення впливу електромагнітного випромінювання на здоров'я викладачів та студентів ЗНУ.

Результати дослідження магістерської роботи були апробовані на VIII Регіональній науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук».

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Джерела електромагнітних випромінювань

Природними джерелами електромагнітних полів та випромінювань є передусім: атмосферна електрика, радіовипромінювання сонця та галактик, електричне та магнітне поле Землі. Всі промислові та побутові електричні та радіоустановки є джерелами штучних полів та випромінювань, але різної інтенсивності. Перерахуємо найбільш суттєві джерела цих полів.

Електростатичні поля виникають при роботі з матеріалами та виробами, що легко електризуються, а також при експлуатації високовольтних установок постійного струму.

Джерелами постійних та магнітних полів є: електромагніти, соленоїди, магнітопроводи в електричних машинах та апаратах, литі та металокерамічні магніти, використовувані в радіотехніці.

Джерелами електричних полів промислової частоти (50 Гц) є: лінії електропередач, відкриті розподільні пристрої, що вмикають комутаційні апарати, пристрої захисту та автоматики, вимірювальні прилади, збірні, з'єднувальні шини, допоміжні пристрої, а також всі високовольтні установки промислової частоти.

Магнітні поля промислової частоти виникають навколо будь-яких електроустановок і проводів струму. Чим більший струм, тим вища інтенсивність магнітного поля.

Джерелами електромагнітних випромінювань радіочастот є потужні радіостанції, антени, генератори надвисоких частот, установки індукційного та діелектричного нагрівання, радари, вимірювальні та контролюючі прилади, дослідницькі установки, високочастотні прилади та пристрої в медицині та в побуті.

Джерелом електростатичного поля та електромагнітних випромінювань у широкому діапазоні частот (над- та інфранизькочастотному, радіочастотному,

інфрачервоному, видимому, ультрафіолетовому, рентгенівському) є персональні електронно-обчислювальні машини (ПЕОМ) та відео-дисплейні термінали (ВДТ) на електронно-променевих трубках, використовувані як в промисловості, наукових дослідженнях, так і в побуті. Головну небезпеку для користувачів становить електромагнітне випромінювання монітора в діапазоні 20 Гц – 30 мГц та статичний електричний заряд на екрані.

Джерелом підвищеної небезпеки у побуті з точки зору електромагнітних випромінювань є також мікрохвильові печі, телевізори будь-яких модифікацій, радіотелефони. У теперішній час визнаються джерелами ризику у зв'язку з останніми даними про дію магнітних полів промислової частоти: електроплити з електропроводкою, електричні грилі, праски, холодильники (коли працює компресор).

Електромагнітне поле Землі – необхідна умова життя людини. Життя на нашій планеті виникло у тісній взаємодії з електричними випромінюваннями, і, перед усім, з електромагнітним полем землі. Людина пристосувалася до земного поля в процесі свого розвитку, і воно стало не тільки звичною, але й необхідною умовою нашого життя. Як збільшення так і зменшення інтенсивності природних полів здатне відбитися на біологічних процесах.

Електромагнітна сфера нашої планети визначається в основному електричним ($E = 120 - 150 \text{ В/м}$) та магнітним ($H = 24 - 40 \text{ А/м}$) полем Землі, атмосферною електрикою, радіовипромінюванням Сонця та галактик, а також полями штучних супутників (потужних радіостанцій, промислового електротермічного обладнання, дослідницьких установок, вимірних та контролюючих пристроїв тощо). Як вже зазначалося діапазон природних та штучних полів дуже широкий: починаючи від постійних магнітних та електростатичних полів і закінчуючи рентгенівським та гамма-випромінюванням частотою 310 Гц та вище. Кожний з діапазонів електромагнітних випромінювань по-різному впливає на розвиток живого організму. ЕМВ, особливо світлового діапазону (з довжиною хвиль 0,39 – 0,76 мкм), не тільки відіграють величезну роль як потужний фізіологічний фактор

біоритміки живого, але й здійснюють потужний інформаційний вплив на організм через органи зору або інші світлові рецептори. Безумовно, що ЕМВ інших діапазонів також мають свій вплив на живі організми. На відміну від світлового, інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювань ще не знайдено відповідних рецепторів для ЕМВ інших діапазонів. Є деякі факти, що говорять про безпосереднє сприйняття клітинами мозку ЕМВ радіочастотного діапазону, про вплив низькочастотних ЕМВ на функції головного мозку, які вимагають додаткового підтвердження.

1.2 Класифікація електромагнітних полів

Основні техногенні впливи, дослідженні людиною, поділяють на кондуктивні та індуктивні. До кондуктивних відносять механічні коливання, вібрації, контактний ультразвук і т.д., тобто впливу, як правило, низьких і наднизьких частот $f = 0 \dots 1000$ Гц, які відчуваються людиною при безпосередньому дотику до об'єкта техногенної небезпеки через середовище великої щільності (наприклад, землю, метал і т.д.). До індуктивних впливів відносять фізичні поля і випромінювання. У свою чергу фізичні поля прийнято розділяти на енергетичні й інформаційні. До енергетичних відносять: теплове, акустичне, електростатичне, магнітостатичне і електромагнітне поля, електромагнітний імпульс і поля випромінювань (в тому числі іонізуючих). До інформаційних полів – власне інформаційне поле, біополе, слабе ЕМП, торсіонне поле, біоритми.

Напруженість магнітного поля повітряних ліній електропередач, навіть при відстані кілька сотень метрів від лінії, може складати десяті долі А/м. Кабельні лінії створюють більші напруженості поблизу них, ніж повітряні, проте напруженість зменшується швидше при віддаленні від кабелю, і зона помітного поля зазвичай не перевищує кількох десятків метрів. Кабелі і лінії передач

середньої напруги (6 – 10 кВ) через малу відстань між фазами створюють невисокі напруженості поля, і з їх впливом всередині приміщень можна не рахуватися. Магнітне поле трансформаторів системи електропостачання змінюється обернено пропорційно відстані, і воно може бути помітним на відстані менше 10 м. Мережі електропостачання низької напруги створюють поле, залежне від несиметрії навантаження фаз. Його напруженість обернено пропорційна відстані і може бути помітною на відстані до 20 м.

Поріг сприйнятливості людиною магнітного поля, коли виникає відчуття магнітного поля, наприклад, при появі магнітофосфенів у формі мерехтінь на периферійних ділянках поля зору, становить значення $H = 5...50$ кА/м.

Спектр електромагнітних випромінювань, освоєний людством в даний час, представляється надзвичайно широким, що простирається від наддовгих хвиль (кілька тисяч метрів і більше) до короткохвильового γ – випромінювання [1].

Узагальнюючи вчення М. Фарадея про електромагнетизм, Дж. Максвелл створює теорію класичної електродинаміки і передбачає (1873 р.) наявність електромагнітних хвиль, що поширюються зі швидкістю світла і відкритих Г.Герцем в 1887 р. Вперше, в 1895 р. А. С. Попов практично застосував електромагнітні хвилі для передачі сигналів без проводів за допомогою радіопередавача. У цьому ж році російський фізик П. Н. Лебедев провів дослідження в області електромагнітних хвиль міліметрового діапазону (довжина хвилі 6 мм), в яких показав, що електромагнітні хвилі цього діапазону мають такі ж властивості, що й світлові хвилі, що сприймаються людським оком.

Радіохвилі, світло, інфрачервоне і ультрафіолетове випромінювання, рентгенівські промені та гамма-випромінювання – все це хвилі однієї, електромагнітної природи, відмінні довжиною хвилі. За допомогою зору людина бачить вузьку «шпаринку» в безмежному «океані» електромагнітних хвиль, а в широкому діапазоні він реєструє ці хвилі за допомогою розроблених ним же приладів і пристроїв, істотним чином розширюючи рамки «бачення» в безмежному електромагнітному спектрі.

Існують певні області електромагнітного спектру, в яких генерація та реєстрація хвиль більш складніша. Довгохвильовий і короткохвильовий кінці спектра визначені не дуже строго. Ефективність генерації і детектування в області великих довжин хвиль тим менша, чим більша довжина хвилі. Для отримання коливань дуже високих частот потрібно дуже висока концентрація енергії, а реєстрація цих коливань складніша через велику проникливу здатність короткохвильового випромінювання, і, отже, його незначного поглинання.

Шкала електромагнітних хвиль для різних діапазонів представлена на рисунку 1.1. Зірочкою позначені номери піддіапазонів, встановлені міжнародним консультативним комітетом радіозв'язку (МККР). За рішенням цього комітету піддіапазони 5 – 11 відносяться до радіохвиль. За регламентом МККР до НВЧ діапазону віднесені хвилі з частотами 3 – 30 ГГц. Однак, історично склалося, під НВЧ діапазоном розуміти коливання з довжиною хвилі від 1 м до 1 мм. Під оптичним діапазоном в радіофізиці, оптиці, квантової електроніки розуміється діапазон довжин хвиль приблизно від субміліметрового до далекого ультрафіолетового випромінювань. До видимого діапазону відносяться коливання з довжинами хвиль від 0,76 до 0,38 мкм.

Видимий діапазон (рисунок 1.2) складає невелику частину оптичного діапазону. Межі інфрачервоного діапазону (невидимі теплові промені) визначаються приблизно від довгохвильової ділянки видимого діапазону до субміліметрових хвиль включно. За короткохвильовим кордоном видимого діапазону простирається велика область ультрафіолетового діапазону (ближній, середній, дальній УФ), аж до рентгенівського діапазону. Межі переходів УФ–випромінювання, рентгенівського, γ –випромінювань точно не фіксовані, але приблизно відповідають вказаним на схемі (рис. 1.1) значень λ і ν . Гамма–випромінювання, що володіє значною проникаючою здатністю, переходить у випромінювання дуже великих енергій, назване космічними променями.

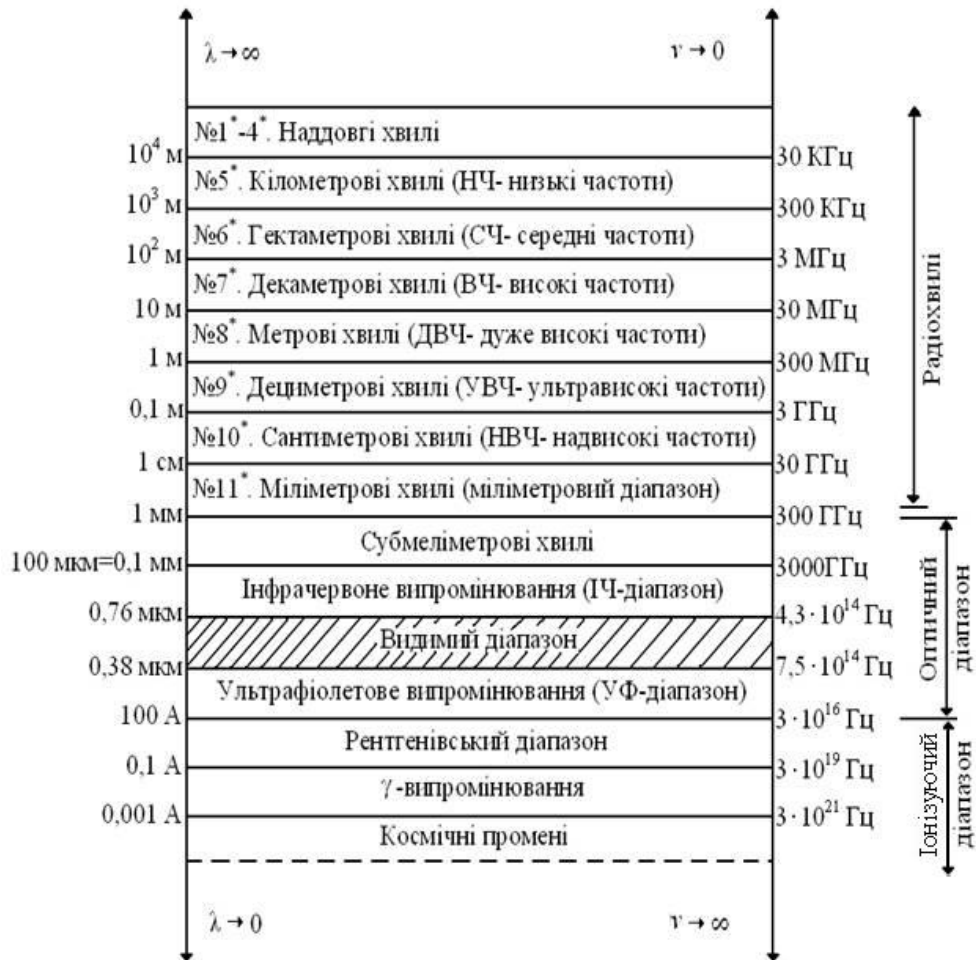


Рисунок 1.1 – Шкала електромагнітних хвиль

З представленої на рисинку 1.1 шкали видно масштаби зміни значень довжин хвиль при розгляді всього спектру електромагнітних випромінювань. При роботі в певному діапазоні частот і довжин хвиль зручно користуватися тими чи іншими одиницями довжини.

Незважаючи на єдину електромагнітну природу кожен з діапазонів електромагнітних коливань відрізняється своєю технікою генерації і вимірювань. Наприклад, при роботі з електромагнітними коливаннями порівняно низьких частот користуються лініями передач з зосередженими параметрами (ємність, індуктивність, резистори, двохпровідні відкриті лінії і т. п.). При переході до НВЧ діапазону необхідно використовувати лінії передач з розподіленими параметрами (хвилеводи, порожнисті резонатори і т.п.). При роботі в оптичному діапазоні є своя специфіка вимірювань, відмінна від НВЧ

техніки. Рентгенівська техніка, у свою чергу, має свої відмінності від інших діапазонів електромагнітних хвиль.

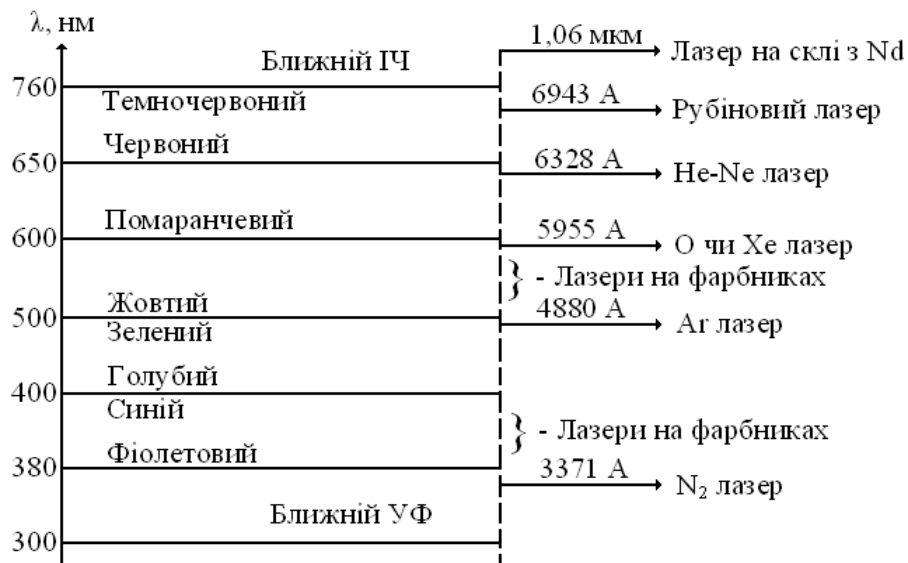


Рисунок 1.2 – Спектр діапазону з вказуванням деяких ліній генерації лазерів

У таблиці 1.1 наведені деякі техногенні джерела ЕМП, що працюють в різних діапазонах електромагнітного спектру. Представлені в цій таблиці техногенні джерела ЕМП не охоплюють усього розмаїття працюючих в даний час установок і пристроїв, але з іншого боку видно, який широкий спектр освоєних електромагнітних випромінювань [2, 3].

Таблиця 1.1 – Деякі техногенні джерела ЕМП

Назва	Діапазон частот (довжин хвиль)
Радіотехнічні об'єкти	30 кГц – 30 МГц
Радіопередавальні станції	30 кГц – 300 МГц
Радіолокаційні і радіонавігаційні станції	НВЧ діапазон (300МГц - 300ГГц)
Телевізійні станції	30 МГц – 3 ГГц
Плазмові установки	Видимий, ІЧ-, УФ-діапазони
Термічні установки	Видимий, ІЧ-діапазон
Високовольтні лінії електропередач	Промислові частоти, статична електрика
Рентгенівські установки	Жорсткий УФ, рентгенівський діапазон, видиме світіння
Лазери	Оптичний діапазон
Мазери	НВЧ діапазон
Технологічні установки	ВЧ, НВЧ, ІЧ, УФ, видимий, рентгенівський діапазони
Ядерні реактори	Рентгенівське і γ -випромінювання, ІЧ, видиме
Джерела ЕМП спеціального призначення, застосовувані в радіоелектроній протидії	Радіохвилі, оптичний діапазон, акустичні хвилі (комбінування дії)

1.3 Характеристика електромагнітних полів та їх джерел

Основними джерелами поля, що відносяться до категорії телерадіомовлення, є транслюючі радіо- і телестанції незалежно від їх призначення.

Транслюючі станції розміщуються, як правило, на спеціально відведених для них територіях, мають часом значну площу (до 100 км²). Така станція складається з одного або кількох спеціальних будівель, де знаходяться радіопередавачі, та антенних полів, на яких розташовуються кілька (10 – 30) антенно-фідерних систем. Антенно-фідерна система в свою чергу включає в себе антену, що випромінює радіохвилі, і фідерну лінію, що підводить до неї високочастотну енергію, що генерується передавачем.

Зону можливої несприятливої дії електромагнітних полів, створюваних радіостанціями, можна умовно розділити на дві частини.

Перша частина такої зони – це власне територія станції, на якій розташовані всі служби, що забезпечують роботу радіопередавачів і антенно-фідерних систем.

Друга частина зони – це прилеглі до станції території, доступ на які в загальному випадку не обмежений. Тут можуть розташовуватися різні житлові споруди, хоча при цьому і виникає загроза опромінення населення, що проживає в них [4, 5].

Високі рівні ЕМП спостерігаються на територіях, а нерідко і за межами розміщення передавальних низько і високочастотних станцій. Інструментальний аналіз електромагнітної обстановки на територіях станцій свідчить про її надзвичайні складності, пов'язаної з індивідуальним характером інтенсивності і розподілу електромагнітного поля, що визначаються призначенням і розташуванням обладнання кожної конкретної станції. Саме тому в процесі будівництва та експлуатації проводяться відповідні дослідження для кожної окремої станції.

Порівняльний аналіз так званих санітарно-захисних зон (що виконують функцію «захисту відстанню») і зон обмеження забудови (що виконують в принципі ту ж функцію) в області дії таких об'єктів показав, що найбільші рівні опромінення людей і навколишнього середовища спостерігаються в районі розміщення радіостанцій «старої споруди» з висотою антенної опори до 150 – 200м.

У діапазоні довгих хвиль довжина хвиль становить тисячі метрів (2000 м на частоті 150 кГц). На відстані ж однієї довжини хвилі (або менше) від антени поле може бути досить великим. Так наприклад, на відстані 30 м від антени передавача потужністю 500 кВт, що працює на частоті 145 кГц, напруженість електричного поля може перевищувати 630 В/м, а магнітного – 1,2 А/м.

У діапазоні середніх хвиль напруженість електричного поля на відстані 200 м від передавальної антени може досягати 10 В/м, на відстані 100 м – 25 В/м, на відстані 30 м – 275 В/м (для передавача потужністю 50 кВт).

Короткохвильові передавачі мають зазвичай меншу потужність, однак вони частіше розміщуються у містах. Їх антени можуть бути розміщені навіть на дахах житлових будинках на висоті 10 – 100 м. При цьому передавач потужністю 100 кВт на відстані 100 м може створювати напруженість електричного поля 44 В/м і магнітного поля – 0,12 А/м.

Телевізійні передавачі розташовуються, як правило, у містах. Передаючі антени розміщуються зазвичай на висоті понад 110 м. З точки зору впливу поля випромінювання 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. У ряді країн (включаючи країни СНД) у даний час проблема оцінки рівня поля телевізійних передавачів особливо актуальна у зв'язку з різким зростанням числа телевізійних каналів і передавальних станцій.

Засоби стаціонарного радіозв'язку – наприклад, сухопутні радіостанції, призначені для забезпечення зв'язку з великими рухомими об'єктами (літаками, кораблями, автомобільним транспортом). При цьому оператори, що забезпечують роботу зазначених систем зв'язку, знаходяться поза полем випромінювання антени, причому іноді – на вельми значній відстані від неї. Природно, що при такій структурній схемі вплив поля на персонал радіостанції практично виключено.

На великих рухливих об'єктах, згаданих вище, для розміщення прийомопередаючих пристроїв як правило передбачалися спеціальні конструктивні елементи (відсіки, ящики, окремі приміщення), причому антенні системи розташовуються на зовнішній поверхні. Оскільки корпус транспортного засобу, як правило, виконується з металу (провідника), то він одночасно виконує і функції екрана, що захищає персонал, що знаходиться всередині.

У міру того, як розширювався спектр технологій, задіяних в побудові систем зв'язку, розширювалися і сфери застосування систем. Перші системи рухомого (мобільного) зв'язку, побудовані за принципами стільникового зв'язку, з'явилися тоді, коли були створені малогабаритні цифрові процесори, здатні обробляти потік надходить до абонента інформації і автоматично управляти радіотелефоном, розроблені системи стиснення (ущільнення) мови в потік цифрової інформації, а також діелектричні матеріали, що дозволяють створювати високодобротні резонансні системи, що забезпечують високу селективність портативних абонентських прийомопередаючих пристроїв [6, 7].

Портативними засобами зв'язку, що випромінюють відносно невелику потужність, стали користуватися великі маси людей, у більшості випадків не відібрані попередньо за певними вимогами професійної придатності .

В збройних силах (сухопутних військах, авіації, флоті) використовуються радіоелектронні системи різного призначення: зв'язки, радіонавігації, пеленгації, аварійні, розвідувальні і т.д. Такі системи можуть істотно відрізнятися один від одного по діапазону використовуваних частот, за габаритами, масою, випромінюваної потужності і ряду інших параметрів. Така відмінність обумовлена розходженням у розв'язуваних бойовими засобами завданнях.

До числа основних джерел відносяться, як правило, антени і кінцеві каскади передавачів різних радіоелектронних систем:

1) систем радіозв'язку:

- сухопутної (системи рухомого короткого випромінювання (КВ) і ультракороткохвильового (УКХ) зв'язку на мобільних об'єктах, системи стаціонарного радіозв'язку КВ, УКВ і НВЧ діапазонів, включаючи системи супутникового зв'язку тощо);
- авіаційної (літакові радіостанції, наземні системи далекого зв'язку, диспетчерські радіостанції, засоби аварійного зв'язку);
- морський (корабельні радіостанції, системи аварійного зв'язку і т.д.);

2) систем радіонавігації (що передають комплекси наземних авіаційних радіомаяків, засоби дистанційного зондування атмосфери (метеолокатори), радіосистеми, що забезпечують автоматизовану посадку літаків, морські системи, контролюючі льодову обстановку тощо);

3) системи радіопеленгації (радіолокаційні станції, призначені для виявлення повітряних цілей, радіолокаційні станції наведення ракет, системи радіопідсвітки цілі, передавачі систем постановки перешкод, авіаційні радіолокатори, призначені для виявлення наземних цілей, і т.д.).

Електротранспорт давно вже став невід'ємною частиною сучасного життя, його впливу на здоров'я людини до недавнього часу не приділяли необхідної уваги. Вплив істотно залежить від режиму експлуатації. Значення магнітної індукції в діапазоні 0,01 – 50 Гц для режимів розгону і гальмування становлять: у кабінах водіїв тролейбусів – 48 – 325 мкТ, в кабінах водіїв трамваїв – 160 – 220 мкТ, у пасажирських салонах – до 265 мкТ, у приміських електропоїздах – до 75 – 85 мкТ.

Досить показовим є та обставина, що рівні напруженості електричного поля в межах житлових будинків, розташованих поблизу високовольтних ліній електропередач, становить від 100 до 250 В/м, тобто не перевищують нормативного значення. Індукція магнітного поля для різних режимів струмового навантаження високовольтної лінії становить для відкритих місць житлової забудови 0,3 – 13,3 мкТ, для житлових будівель – 0,1 – 3,5 мкТ. При тривалому перебуванні в полях таких ліній передачі змінюється формула крові, збільшується вірогідність виникнення пухлин мозку.

Основними джерелами електромагнітних полів промислової частоти є повітряні лінії електропередач, контактні мережі електротранспорту і, власне, електротранспорт [8].

Провід працюючої лінії електропередачі (ЛЕП) створюють в прилеглому просторі електричне і магнітне поля промислової частоти. Відстань, на яку поширюються ці поля від проводів лінії, досягає десятків метрів.

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

Дальність розповсюдження магнітного поля залежить від величини протікаючого струму 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.

Поля, створювані трансформаторами, електродвигунами та іншими пристроями, що містять магнітопроводи, носять більш локальний характер. Велика частина магнітного потоку замикається через магнітопровід, а менша через навколишній простір. Потужність електричних машин, що використовуються в промисловості, складає 10 – 1000 кВт. У більшості випадків потужні електричні машини використовуються на виробництві та встановлюються в приміщеннях, доступ до яких обмежений для сторонніх. Для визначення потужності електричної машини слід використовувати відповідну документацію. Крім того, на самій машині прикріплена металева пластина з нанесеними на ній параметрами установки: робочою напругою, потужністю (активною), ККД, серійним номером і т.д.

За даними дослідників лише 45 хвилин роботи на ПК, не оснащеному засобами захисту (екранування), у користувачів виявляється тенденція до перевантаження регуляторних систем організму [9, 10].

Сьогодні комп'ютер, ксерокс і НВЧ-піч являються настільки звичними, що на них часто просто не звертають уваги і, як наслідок, їх не вважають джерелом небезпеки. Але ж є групи людей, яким з огляду на індивідуальних фізіологічних та психологічних особливостей взагалі не рекомендується робота за комп'ютером, незалежно від ступеня захисту користувача від його випромінювань. Але персональні комп'ютери небезпечні й не тільки для тих, хто сидить перед дисплеєм. Їх електромагнітне випромінювання поширюються на

всі боки від комп'ютера, причому радіус «небезпечної» зони може досягати 2,5 метрів.

Серед перерахованих вище приладів самим небезпечним, можна вважати комп'ютер. На відміну від іншої офісної техніки (виключаючи освітлювальну), що включається на нетривалий час, комп'ютери, як правило, працюють протягом усього робочого дня. Відповідно і користувач протягом 2 – 8 годин знаходиться перед монітором. Оскільки кількість експлуатованих комп'ютерів та інтенсивність їх застосування зростають, безпека комп'ютерного устаткування стає досить суттєвим фактором загальної електромагнітної безпеки.

Сучасна побутова техніка, мабуть, є найбільш близьким електромагнітним «супутником» людини. Електричні плити, потужні холодильники та морозильні камери, НВЧ–печі і, т.д., є дуже істотним внеском у загальний електромагнітний фон. За даними фахівців, максимум електромагнітного фону в міських умовах доводиться на проміжок часу від 10 до 22 год. Максимальний динамічний діапазон його добової зміни припадає на зимовий час, а мінімальний – на літній. Природно, що точно підрахувати внесок побутової техніки неможливо, але немає сумнівів в одному – зростання її «енергоозброєності» не сприяє зниженню потужності випромінюваних хвиль.

Така ситуація обумовлена тим, що до недавнього часу при розробці побутової техніки не ставилося завдання мінімізації зовнішніх полів. За відсутності ефективного екранування зростання споживаної потужності призводить до пропорційного збільшення електромагнітних полів [11].

Всі побутові прилади, що працюють з використанням електричного струму, є джерелами електромагнітних полів.

Найбільш потужними варто визнати НВЧ–печі, аерогрилі, холодильники із системою «без інею», кухонні витяжки, електроплити. Реально створюване ЕМП в залежності від конкретної моделі й режиму роботи може сильно відрізнитися навіть серед однотипного устаткування.

Значення магнітного поля однозначно пов'язані з потужністю приладу – чим вона вища, тим вище магнітне поле при його роботі. У міру віддалення від приладу інтенсивність поля зменшується.

1.4 Вплив електромагнітних полів на навколишнє середовище, організм людини та тварин

Механізм впливу ЕМП на біологічні об'єкти дуже складний і недостатньо вивчений. Але в спрощеному вигляді цей вплив можна уявити наступним чином: у електричному полі молекули, з яких складається тіло людини, поляризуються і орієнтуються за напрямком поля: у рідинах, зокрема в крові, під дією електрики з'являються іони і, як наслідок, струми. Однак іонні струми будуть протікати у тканині тільки по міжклітинній рідині, тому що за постійного поля мембрани клітини, будучи добрими ізоляторами, надійно ізолюють внутрішньоклітинне середовище.

При підвищенні частоти зовнішнього ЕМП електричні властивості живих тканин змінюються: вони втрачають властивості діелектриків і набувають властивостей провідників, до того ж ця зміна відбувається нерівномірно. З подальшим зростанням частоти індукція іонних струмів поступово заміщується поляризацією молекул.

Змінне поле викликає нагрівання тканин людини як за рахунок змінної поляризації діелектрика, так і за рахунок появи струмів провідності. Тепловий ефект є наслідком поглинання енергії електромагнітного поля. На високих частотах, перед усім в діапазоні радіочастот (10¹⁵ – 10¹¹ Гц), енергія поля, що проникає в організм багатократно відбивається, заломлюється у багат шаровій структурі тіла з різними товщинами шарів тканин. Внаслідок цього поглинається енергія ЕМП неоднаково, звідси вплив на різні тканини відбувається також неоднаково. Крім того, підшкірний жировий шар може грати роль четверть-

хвильового трансформатора, що узгоджує хвильові опори шкіри та м'язової тканини, яка межує з жировим шаром. При цьому доля енергії, що проходить через тіло, може значно збільшитися. Цей ефект залежить від товщини жирового шару, товщини шкіри та частоти поля.

При опроміненні дециметровими хвилями (108 – 109 Гц) підшкірний шар жиру товщиною 9 мм може бути таким узгоджувальним трансформатором. Цим можна пояснити, що випромінювання з довжинами хвиль 20 – 30 см поглинається в широкому діапазоні від 20 – 100 % у шкірі, жирі та м'язах. За довжини хвиль 30 – 100 см воно поглинається у кількості 30 – 40 %, але в основному внутрішніми органами, і це визначає його найбільшу шкідливість як термогенного фактора. Випромінювання з довжинами хвиль коротше 10 см в основному поглинається шаром шкіри. Для людини, з точки зору теплового ефекту, що викликається випромінюванням, це найменш небезпечний випадок, тому що, з одного боку, надлишкове тепло зараз же відчувається – підвищується температура шкіри, а з другого боку – це тепло розсіюється і відводиться від шкіри як у зовнішнє середовище, так і в тканини, розташовані глибше.

Теплова енергія, що виникла у тканинах людини, збільшує загальне тепловиділення тіла. Якщо механізм терморегуляції тіла не здатний розсіювати надлишкове тепло, може статися підвищення температури тіла. Це відбувається, починаючи з інтенсивності поля, що дорівнює 100 Вт/м², яка називається тепловим порогом. Органи та тканини людини, які мають слабо виражену терморегуляцію, більш чутливі до опромінення (мозок, очі, нирки, кишечник, сім'яники). Перегрівання тканин та органів призводить до їх захворювання. Підвищення температури тіла на 1 °С та вище недопустиме через можливі наслідки.

Дослідження показали, що вплив ЕМП високих частот, і особливо надвисоких частот, на живий організм виявляється і за інтенсивності нижче теплових порогів, тобто має місце їх нетепловий вплив, який, як вважають, є результатом ряду мікропроцесів, що відбуваються під дією полів.

Негативний вплив ЕМП викликає оборотні, а також необоротні зміни в організмі: гальмування рефлексів, зниження кров'яного тиску (гіпотонія), уповільнення скорочень серця (брадикардія), зміну складу крові у бік збільшення числа лейкоцитів та зменшення еритроцитів, помутніння кришталика ока (катаракта).

Суб'єктивні критерії негативного впливу ЕМП – головні болі, підвищена втомлюваність, дратівливість, порушення сну, задишка, погіршення зору, підвищення температури тіла.

Разом із біологічною дією, електростатичне поле та електричне поле промислової частоти обумовлюють виникнення розрядів між людиною та іншим об'єктом, відмінний від людини потенціал. Зареєстровані при цьому струми не являють собою небезпеки, але можуть викликати неприємні відчуття. У будь-якому випадку такому впливу можна запобігти шляхом простого заземлення об'єктів, що мають великі габарити (автобус, дах дерев'яного будинку тощо), і видовжених об'єктів (трубопровід, дротяна загорожа тощо), тому що на них через велику ємність накопичується достатній заряд і суттєвий потенціал, які можуть обумовити помітний розрядний струм.

Великий практичний інтерес становлять дані досліджень впливу магнітного поля промислової частоти. Вчені Швеції виявили у дітей до 15 років, які мешкають навколо ЛЕП, що вони хворіють на лейкемію у 2,7 рази частіше, ніж у контрольній групі, віддаленій від ЛЕП.

Існує велика кількість гіпотез, які пояснюють біологічну дію магнітних полів. Загалом, вони зводяться до індукції струмів в живих тканинах та до безпосереднього впливу полів на клітинному рівні.

Відносно нешкідливим для людини на протязі тривалого часу пропонується визнати МП, що мають порядок геомагнітного поля та його аномалій, тобто напруженості МП не більше 0,15 – 0,2 кА/м. За більш високих напруженостей МП починає проявлятися реакція на рівні організму. Характерною рисою цих реакцій є тривала затримка відносно початку дії МП, а також яскраво виражений кумулятивний ефект за тривалої дії МП. Зокрема,

експерименти, проведені на людях, показали, що людина починає відчувати МП, якщо воно діє не менше 3–7 с.. Це відчуття зберігається деякий час (близько 10 с.) і після закінчення дії МП.

Постійне магнітне поле напруженістю 48 кА/м стимулювало ріст ракових клітин у тканинних культурах, а при напруженості 160 кА/м більшість ракових клітин гинула. Надаючи додаткові відомості про вплив магнітних полів приведемо результати експериментів Інституту гігієни праці ім. Ф.Ф Ерісмана. Співробітники цього інституту встановили, що вода, оброблена магнітним полем у 160 кА/м не викликає серйозних змін в організмі піддослідних пацюків. Коли ж пацюки починали пити воду, оброблену більш сильним магнітним полем (400 кА/м), то у них виникали патологічні зміни у нервовій та кровоносній системах, а також у самій крові. Все це вказує на неоднозначність реакцій організму на дію ЕМП, перед усім магнітної складової, і вимагає великої обережності при нормуванні ЕМП, а також ретельності і серйозного обґрунтування при гігієнічному нормуванні полів.

Характер реакції організмів на електромагнітні поля залежить не від величини електромагнітної енергії, що поглинається в тканинах, а від модуляційно–часових параметрів електромагнітних полів, від того, на які саме системи організму здійснювався вплив при інших рівних умовах. Більше того, величина тієї чи іншої реакції не тільки не пропорційна інтенсивності впливу електромагнітних полів, але навпаки, у ряді випадків зменшувалася в міру зростання інтенсивності. А деякі реакції не виникали при високих інтенсивностях.

Цим властивостям, зокрема, володіють міліметрові хвилі малої інтенсивності, що дорівнюють часткам або одиницям міліват на 1 см² опромінюваної тканини.

Цікавість до дії міліметрових і субміліметрових хвиль пояснюється тим, що живі організми не адаптовані до них, так як вони сильно поглинаються верхніми шарами атмосфери. Живі організми не мають природних механізмів

пристосування до коливань помітної інтенсивності цих хвиль при зовнішній дії. У якійсь мірі вони могли адаптуватися до власних аналогічним коливанням.

Енергія кванта випромінювання міліметрового діапазону довжин хвиль менше енергії теплового руху. Крім того, енергія кванта цього діапазону частот менше не тільки енергії електронних переходів (1 – 20 eV), енергії активації (0,2 eV), а й енергії коливальних рівнів молекул ($10^{-1} - 10^{-2}$ eV). Тільки енергія обертальних рівнів молекул виявляється порівняною або менше ($10 \sim 3 - 10 \sim 4$ eV) енергії кванта міліметрового діапазону довжин хвиль. Енергетична оцінка показує, що міліметрові хвилі можуть впливати на живу клітину тільки при багатоквантових процесах, коли кілька когерентних квантів одночасно впливають на біологічний об'єкт. Однак ці хвилі надають на живу тканину значний вплив інформаційного характеру, коли ефект впливу не пов'язаний з істотним нагрівом, який в даному випадку не перевищує 0,1 градуса в локальній області. При взаємодії випромінювання з біологічними об'єктами виникають резонансні ефекти. Ці процеси мають частотно-залежний характер і впливають на єдину інформаційно-керуючу систему біосистеми. Для вивчення механізмів взаємодії зовнішніх ЕМП з біосистемами необхідні дослідження щодо з'ясування ролі стохастичних та гармонійних процесів, їх синхронізації та когерентності в діяльності клітини, структурних змін, що призводять до порушення або корекції режимів життєдіяльності. В даний час приділяється велика увага проблемі взаємодії ЕМП з живою матерією. Хвильові і коливальні процеси широко поширені у біосфері і мають великий вплив на біологічні системи. В основі всіх видів біологічного руху знаходяться коливальні (циклічні) процеси.

При взаємодії міліметрових хвиль малої інтенсивності з живою клітиною спостерігається значний ефект, незважаючи на малу енергетику процесу. Біологічні системи можуть мати дипольні (поляризаційні) коливання в діапазоні частот $10^2 - 10^3$ ГГц ($L = 3 - 0,3$ мм). При цьому зовнішні впливи узагальнюють енергію локально збудженими дипольними коливаннями і є, свого роду, біологічним накачуванням. У результаті взаємодії дипольних коливань і їх

зв'язку з пружними коливаннями за рахунок нелінійних ефектів може відбутися перехід системи в метастабільний стан. Зовнішня енергія трансформується в енергію одного виду коливань. Виникає «гігантський диполь», який являє собою окремий випадок когерентного стану біосистеми. Енергія зовнішнього впливу може переходити в енергію полярних молекул, пов'язану з обертальними ступенями свободи [1-4, 10].

Акумуляторами енергії є полярні молекули води (дипольний момент – 1,84 дибай), що грають важливі функції в життєдіяльності біосистем. З іншого боку, вода є широкосмуговим поглиначем НВЧ діапазону і міліметрових хвиль. Шар води завтовшки 1 мм послаблює падаюче випромінювання довжиною хвилі 8 мм в 10^2 разів, а при $R = 2$ мм – у 10^4 разів. Тому при опроміненні водних розчинів міліметровими хвилями спостерігається вибірковий нагрів, який призводить до біологічно помітних ефектів навіть при малих інтенсивностях падаючого випромінювання. Інтегральне нагрівання при цьому не грає великої ролі. Шкіра людини має у своєму складі 65% води, тому основне поглинання міліметрових хвиль відбувається в поверхневому шарі завтовшки в декілька десятків міліметра. Незважаючи на всі первинні ефекти, що відбуваються в приповерхневому шарі шкіри (рецепторні клітини, нервові закінчення, кровоносні судини, імунокомпетентні клітини і т. д.), дія міліметрових хвиль поширюється по нервових волокнах на імунні (регуляторні) процеси всього організму.

Сучасна концепція дії міліметрових хвиль на біологічні об'єкти полягає в наступному:

- взаємодія випромінювання з поверхневими клітинними мембранами;
- взаємодія НВЧ поля з зарядами білкових молекул, що здійснюють коливання на власних резонансних частотах;
- виникнення в мембрані НВЧ поля акустоелектричного походження;
- мембрани створюють синхронізуючі, фазуючі НВЧ поля, що впливають на білкові молекули;

– синхронізація і когерентне додавання коливань білків передається коливанням мембрани з подальшим випромінюванням енергії в міжклітинний простір.

Вивчення механізмів дії ЕМП на біологічні об'єкти в даний час знаходиться на стику різних напрямків – фізики, біології, медицини, біофізики, радіоелектроніки, екології і т.д. Зі зростанням інтенсивності високочастотних електромагнітних полів з'явилися смертельні випадки від їх впливу.

Тривалий і систематичний вплив на працюючих ЕМП різних частот з інтенсивністю, що перевищує гранично допустимі рівні, може призвести до деяких функціональних змін в організмі, в першу чергу у центральній нервовій системі. Ці зміни проявляються у головного болю, порушення сну, підвищеної стомлюваності, дратівливості і ряді інших симптомів. Крім того, відмічається уповільнення пульсу, знижений кров'яний тиск, зміни в печінці і селезінці.

Центральна нервова система реагує на інтенсивність опромінення, що лежить значно нижче теплового порога і порога реакцій інших систем. Усі зазначені порушення в організмі більш виражені при інтенсивній дії сантиметрових хвиль.

Одними з ранніх ознак впливу КВ, УКВ, НВЧ є зміни в крові, а також зміни нюхової чутливості. Під впливом опромінення тільки НВЧ настає нагрів тканин ока, особливо задньої поверхні кришталика, у результаті чого виникає катаракта. При впливі на організм НВЧ виявлено зниження чутливості до колірних променів, особливо до синіх. Крім порушення судинної системи, гіпертонічна хвороба, нейроциркуляторна дистопія обмінних процесів, зниження імунітету, порушення функції статевого апарату та ендокринної системи. Як низькочастотні, так і високочастотні електромагнітні впливи приводять до раннього старіння організму людини.

ЕМП впливають більш «тонко», вражаючи центральну нервову систему, серцево-судинну, кровоносну системи – основні системи, відповідальні за здоров'я організму. Цей вплив розтягнуто в часі, вибірково, залежить від тривалості впливу ЕМП та вихідного стану організму. Відзначено, що

«закачування» енергії, що безпосередньо впливає на органи і системи організму, відбувається електричним шляхом, а інформаційний вплив – за рахунок впливу магнітного поля. При цьому порушується зв'язок основних систем організму з космічними ритмами, порушується стійка робота цих систем, адаптаційні процеси, спотворюються сигнали підпорядкування – людина, потрапляючи в екстремальну ситуацію, може не знайти правильного рішення.

Серед особливостей впливу ЕМП на організм людини існують ще дві:

1) Вплив слабких ЕМП йде опосередковано, результати з'являються пізніше з урахуванням індивідуальних особливостей людини. Існують дані про те, що порушення в організмі, що відбулися під дією ЕМП, передаються генетично і виявляються в другому і третьому поколіннях.

2) В інтервалі напруженостей статичних і низькочастотних полів (0...1000 Гц) від часток В/м і А/м до десятків кВ/м і кА/м середньостатистична величина відповідних реакцій залишається незмінною і не перевищує 20 – 30 % від вихідного рівня.

Також такі джерела, як транспорт, побутова техніка, пристрої передачі і розподілу електроенергії заслуговують особливої уваги. Встановлено, що найбільш чутливою до дії ЕМП є нервова система, особливо її вищі відділи. Під впливом ЕМП низької інтенсивності у новонароджених організмів страждає пам'ять. Особливу чутливість до ЕМП проявляє імунна система. Є повідомлення, що під впливом мікрохвиль порушуються процеси імунітету, частіше в бік їх пригнічення. У людей, які страждають алергією, може настати стан підвищеної чутливості до електричних і магнітних полів. При знаходженні цих людей поблизу ліній електропередач (ЛЕП) у них розвиваються патологічні реакції аж до судом і втрати свідомості.

За останніми даними є випадки викиднів та народження дітей з вродженими дефектами у жінок–операторів ВДТ (відеодисплейні термінали). За останні 10 років відбувається зростання випадків захворювань на лейкоз та рак у дітей і дорослих, що пов'язують із професійною діяльністю, з проживанням

поблизу ЛЕП, підвищенням інтенсивності магнітних і електромагнітних полів в побутових умовах і житлових приміщеннях та учбових приміщеннях.

Робота в екранованих спорудах в умовах ослабленого геомагнітного поля (ГМП) також негативно впливає на здоров'я працюючих, можливе виникнення патологічних реакцій. У таблиці 1.2 наведена смертність осіб, працюючих з джерелами електромагнітних полів.

Вроджена чутливість до слабого геомагнітного поля і відповідні поведінкові реакції були виявлені у багатьох різних організмів і видів тварин. Експериментально підтверджено, що слабкі магнітні поля впливають на міграційну поведінку птахів; кінетичне переміщення молюсків; виляючий «танець бджіл»; визначення напрямку переміщення пластінчатожаберних риб, включаючи акул, скатів і скатових риб; орієнтацію і напрям переміщення магніточутливих бактерій.

Таблиця 1.2 – Смертність осіб, працюючих з джерелами електромагнітних полів

Категорія смертності	Щільність потоку енергії менше 1 мВт/см ²		Щільність потоку енергії більше 1 мВт/см ²	
	абсолютна величина	відносна величина, %	абсолютна величина	відносна величина, %
Число людей у вибірці	20781	100	20109	100
Загальне число випадків смерті	665	0,31	783	0,39
Загибель від нещасних випадків	223	0,009	318	0,016
Смертність від хвороб	359	0,0017	357	0,0017
Новоутворення	94	0,0045	108	0,0053
Серцево-судинна система	180	0,0085	175	0,0087
Органи травлення	27	0,0013	25	0,0012
Кровотворення і лімфатична система	20	0,001	26	0,0013

На деяких резонансних частотах електромагнітні поля низького рівня роблять сильний вплив на ендокринну, імунну, генетичну системи, нервову діяльність, психофізіологічний стан і характеристики енцефалограм. Значну роль відіграють резонансні процеси, пов'язані з фізіологічними 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 непередбачуваними, в тому числі і з негативними, наслідками [6].

Збільшення повільних ритмів у два рази пов'язане зі зниженням працездатності, а в три-чотири рази – зі значними функціональними порушеннями центральної нервової системи. Крім того, виявлено шкідливу дію частот 0,02 і 0,6 Гц. У таблиці 1.3 наведені небезпечні та шкідливі для людини частоти.

Таблиця 1.3 – Небезпечні та шкідливі для людини частоти

Частота, Гц	Негативний ефект
0,02	Збільшення часу реакції на збудження
0,6	Стійке психічне гальмування
1 – 3	Стрес
5 – 7	Розумове втомлення. Стрес. Негативне емоційне збудження
8 – 12	Впливає на реактивність і емоційне збудження, судоми
12 – 31	Розумова втома, посилення стресу
1000 – 12000	Зниження слухового сприйняття в цілому
40 – 70	При високій напрузі поля погіршення обмінних процесів. Індивідуальні фізіологічні зміни, стурбованість
Близько 400	Можливі функціональні порушення

Особливо небезпечні наднизькочастотні поля, а також поле детектоване високо- і надвисокочастотне з наднизькочастотною модуляцією. Мембрана живої клітини і четверта фаза води в клітині є нелінійними елементами по відношенню до зовнішніх ЕМП і володіють детектуючими властивостями. Тому

якщо техногенне ЕМВ промодульоване таким чином, що після проходження через квадратичний детектор воно буде в області інфранизьких частот 10...1000 Гц і буде мати спектр потужності з обвідною, що сильно відрізняється від вигляду $f^{-\beta}$ (де f – частота, $0,8 < \beta < 1,6$), то це може викликати дисфункції і сильні розлади в діяльності організму, вивільняти активні вільні радикали. Останні діють на ДНК (дизоксорибонуклеїнова кислота) і РНК (рибонуклеїнова кислота) як жорстка радіація і можуть викликати вкрай негативні віддалені наслідки, аж до виродження генотипу.

Інформаційний вплив не енергетичний, а синергетичний, подібно спускового механізму, він змушує організм руйнувати сам себе, починаючи з субклітинного і клітинного рівня. Тому встановлення енергетичних норм тут не допоможе, потрібно повністю виключати шкідливі частоти.

Шкідливі частоти і ритми, характерні для людей, небезпечні в різному ступені і для всього живого. Крім того, деякі види живих істот і рослин особливо чутливі до певних частот. Риби, наприклад, погано переносять частоту 50 Гц при досить високій напруженості електричного поля. Це стосується й інших великих тварин. Зростання лісу сповільнюється при дії НВЧ з модуляцією 12, 25, 50 і 100 Гц. Біологічний світ єдиний, клітинні структури майже ідентичні, тому мікроефекти майже однакові. На більш високому рівні організації виникає різноманітність і диференціюється чутливість. Спільним для живого є пригнічення інфра–частотами, як електромагнітними, так і акустичними [7].

Відомо, що електромагнітне випромінювання (ЕМВ) комп'ютерів, побутової електроніки, стільникових телефонів згубно для здоров'я людини. Якщо знизити інтенсивність потужного ЕМІ, його шкідливість знижується, але інтенсивність ЕМІ комп'ютерів, стільникових телефонів тепер мала. Надзвичайно слабкі ЕМІ, можуть надавати на біологічні об'єкти набагато більш сильний вплив, ніж потужні ЕМІ. Чутливість біологічних об'єктів до низькочастотних і модульованим полям наведена у таблиці 1.4. Захисні екрани побутової електроніки не знижують, а часто підвищують згубність ЕМВ. Досліджено вплив електромагнітного поля персонального комп'ютера на

виникнення спонтанних і індукованих пухлин, а також на розвиток вже сформувалися новоутворень.

Показана тенденція до стимуляції канцерогенезу при дії ПК. Виявлено вплив ПК на ендокринний статус і рівень вільно–радикальних процесів у тварин. Дослідження було проведено на 740 мишах і 54 щурах. У опромінюваних тварин виявлена тенденція до зниження маси тіла. У всіх групах у мишей домінували пухлини легень. Виникали і пухлини молочних залоз, лейкози і поліпи матки. Екран має незначну гальмівну дію на виникнення новоутворень. Мабуть, хронічне опромінення випромінюванням ПК пригнічує імунну функцію тварин.

Таблиця 1.4 – Чутливість біооб’єктів до низькочастотних і модульованим полям

Об’єкт	Функція	Характеристика поля
Щур	Нав’язування ритму електроенцефалограми низькочастотною модуляцією	Несуча частота 3 ГГц, модулююча частота 500 Гц, щільність потоку енергії 5 мВт/см ²
Кролик	Зміна електроенцефалограми. При частоті 60 Гц змін не виявлено	Несуча частота 5 МГц модулююча частота 14 – 16 Гц
Кішка	Сплески коливань електроенцефалограми, вироблені умовно-рефлекторно на спалахи світла	Несуча частота 147 Гц, модулююча частота 4,5 Гц, щільність потоку енергії 0.8 мВт/см ²
Мавпа	Суб’єктивна оцінка часу (заниження часових інтервалів)	Частота 7 або 10 Гц, електрична напруженість 1 – 10 В/м
Людина	Уповільнення циркадних ритмів при екрануванні, і відновлення при впливі низькочастотних полів	Частота 10 Гц, електрична напруженість 2,5 В/м

Електромагнітні поля наднизької частоти можуть стимулювати канцерогенез молочних залоз і шкіри. Одноразове опромінення щурів протягом 1 – 3 годин супроводжувалося дворазовим зниженням нічного рівня мелатоніну в сироватці крові в порівнянні з контролем. При цьому була відзначена тенденція

до збільшення вмісту пролактину в сироватці тварин опроміненій групи. Відомо, що введення пролактину стимулює розвиток пухлин молочних залоз.

У таблиці 1.5 наведено гормональні зміни у тварин під впливом електромагнітного поля.

Таблиця 1.5 – Гормональні зміни у тварин під впливом електромагнітного поля

Частота, ГГц	Щільність потоку енергії, МВт/см ²	Умови опромінення	Результат
0,5; 2,5	1,0	8 годин на добу, 120 діб	Посилення адренкортикальної функції надниркових залоз
2,45	1,0	4 часа одноразово	Стимулювання функції надниркової залози
2,45	1,1	до 8 тижнів	Змін функцій надниркової залози не виявлено
2,45	0,1	30 хвилин	Посилення кортикотропінреалізуючої функції гіпофіза
2,45	8,05,0 – 25,0	8 годин на добу, до 21 разу	Зменшення сироваткового тироксину и тиреотропного гормону
2,86	10,0	6 годин на добу, 6 діб на тиждень на протязі 6 тижнів	Рівень фолікулостимулюючого гормону і гормону росту – без змін; збільшення лютеогормону в гіпофізі
1,25	15,0	30 хвилин і більше	Збільшення рівня кортикостерона
2,45	10,5	30 і 60 хвилин	Збільшення рівня гормону росту. Порогова інтенсивність гальмування гормону росту
2,45	15,0	60 годин безперервно	Зниження рівня щитовидної залози
2,45	20,0	8 годин безперервно	Зниження рівня кортикостерона в крові
2,45	20,0	4 або 8 годин безперервно	Зниження функції щитовидної залози
2,45	20 – 40	60 – 120 хвилин	Зниження секреції гормону росту, збільшення вмісту кортикостерону
2,45	50,0	60 хвилин	Порогова інтенсивність і час впливу по реакції кортикостерону в крові
2.45	70,040	60 хвилин, 120 хвилин	Подавлення функції щитовидної залози. Посилення функції залози тільки після придушення триодтиронином

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Методи дослідження

Для здійснення моніторингу електромагнітного забруднення учбових аудиторій та приміщень ЗНУ, нами був вибраний прилад для вимірювання величини електромагнітної індукції «Соекс Імпульс» (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Прилад «Соекс Імпульс»

«Соекс Імпульс» – прилад, створений для оцінки рівня випромінювання і вимірювання магнітних полів. Результати вимірювань виводяться на екран пристрою у вигляді тривимірної діаграми або ж чисел. У разі перевищення встановлених норм Соекс Імпульс сповістить звуковим сигналом. Одна з головних особливостей приладу полягає в тому, що він оснащений трьома всеспрямованими датчиками, які здійснюють вимірювання в трьох різних площинах. Завдяки цьому можна легко встановити джерело випромінювання [33].

На рисунку 2.2 представлена конструктивна схема приладу «Соекс Імпульс».

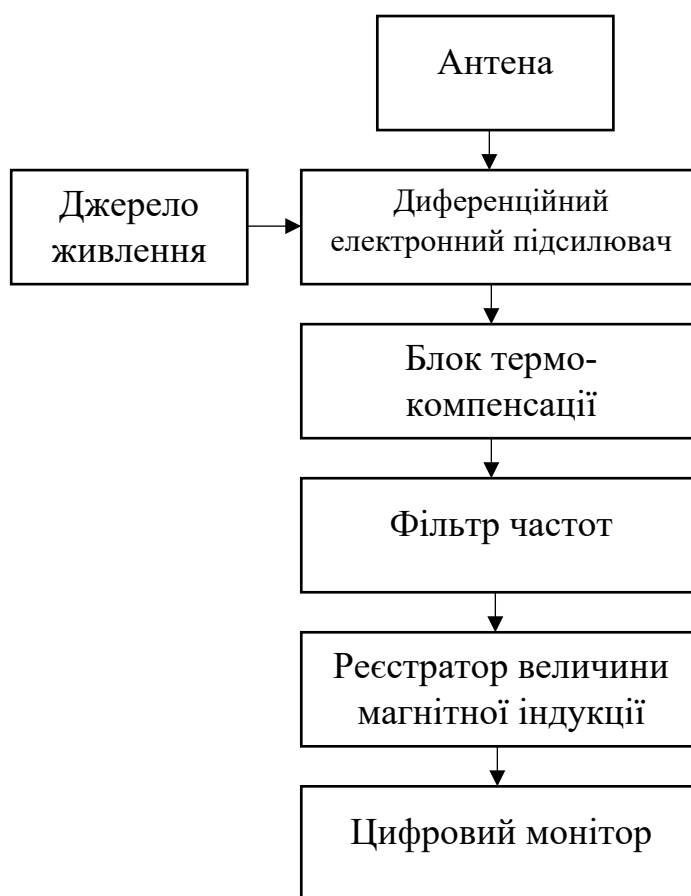


Рисунок 2.2 – Конструктивна схема приладу «Соекс Імпульс»

Об'єкти які були вибрані для дослідження, предатсвлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1– Об'єкти дослідження

Корпус	VI	II	III	I
Учбові приміщення	Ауд. 218	Коридор, 2 поверх	Ауд. 113	Ауд. 50
	Ауд. 216	Коридор, 3 поверх	Ауд. 306	Ауд. 55
	Ауд. 212	Підвал	Ауд. 217	Ауд. 62

Вимірювання проводились на відстані 10 см від об'єкту вимірювання. Об'єктами вимірювання були розетки, щити освітлення, роутери та інші

електричні прилади. Допустимою нормою електромагнітного випромінювання є 0,2 мкТл (норма країн ЕС та США).

2.2 Статистична обробка результатів досліджень

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за загальноприйнятими методиками, з використанням прикладного пакету програм Microsoft Office Excel.

Для встановлення середнього арифметичного використовувалася формула:

$$C_n = \frac{C}{n-1}; \quad (2.1)$$

де: C_n – середнє арифметичне, C – загальна сума числових значень, $n-1$ – кількість експериментів.

Для встановлення розмаху варіювання була використана формула :

$$R = C^{max} - C^{min}; \quad (2.2)$$

де: R – розмах варіювання, C^{max} – максимельне числове значення експерименту, C^{min} – мінімальне числове значення експерименту.

Для встановлення середнього квадратичного відхилення була використана формула :

$$S_n = \sqrt{\frac{(x_n-x_1)^2 + \dots + (x_n-x_2)^2}{n-1}}; \quad (2.3)$$

де: S_n – середнє квадратичне відхилення, $(x_n-x_1)^2$, $(x_n-x_2)^2$ – числові показники з вихідних даних, $n-1$ – кількість проведених експериментів.

Для визначення відхилення амплітуд була використана формула :

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} \quad (2.4)$$

де: ε - відхилення, t_{2n} – критерій Стьюдента, \sqrt{n} – корінь із кількості експериментів, S_n - середнє квадратичне відхилення.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Результати досліджень VI корпусу ЗНУ

Результати досліджень а також статистична обробка для VI корпусу ЗНУ представлені в таблицях: 3.1, 3.2, 3.3.

Таблиця 3.1 – Результатів виміру рівня електромагнітного забруднення в аудиторії 218 VI корпусу ЗНУ

Кількість вимірювань	Рівень електромаг. забр. $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	C_n $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	R	S_n	E
1	0,6	0,57	0,3	0,094	0,067
2	0,5				
3	0,5				
4	0,6				
5	0,4				
6	0,7				
7	0,7				
8	0,5				
9	0,6				
10	0,6				

Середнє арифметичне для аудиторії 218 VI корпусу ЗНУ:

$$C_n = \frac{5,7}{10} = 0,57$$

Розмах варіювання для аудиторії 218 VI корпусу ЗНУ:

$$R = 0,7 - 0,4 = 0,3$$

Середнє квадратичне відхилення для аудиторії 218 VI корпусу ЗНУ:

$$S_n = \sqrt{\frac{(0,57-0,06)^2+(0,57-0,5)^2+(0,57-0,5)^2+(0,57-0,6)^2+(0,57-0,04)^2+(0,57-0,7)^2+(0,57-0,7)^2+(0,57-0,5)^2+(0,57-0,6)^2+(0,57-0,6)^2}{10}} = 0,094$$

Похибка експерименту для аудиторії 218 VI корпусу ЗНУ:

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,26 \cdot 0,094}{3,162} = 0,067$$

Таблиця 3.2 – Результатів виміру рівня електромагнітного забруднення в аудиторії 216 VI корпусу ЗНУ

Кількість вимірювань	Рівень електромаг. забр. $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	C_n $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	R	S_n	E
1	0,8	0,68	0,3	0,113	0,080
2	0,7				
3	0,7				
4	0,7				
5	0,6				
6	0,8				
7	0,7				
8	0,5				
9	0,8				
10	0,5				

Середнє арифметичне для аудиторії 216 VI корпусу ЗНУ:

$$C_n = \frac{6,8}{10} = 0,68$$

Розмах варіювання для аудиторії 216 VI корпусу ЗНУ:

$$R = 0,8 - 0,5 = 0,3$$

Середнє квадратичне відхилення для аудиторії 216 VI корпусу ЗНУ:

$$S_n = \sqrt{\frac{(0,68-0,8)^2+(0,68-0,7)^2+(0,68-0,7)^2+(0,68-0,7)^2+(0,68-0,6)^2+(0,68-0,8)^2+(0,68-0,7)^2+(0,68-0,5)^2+(0,68-0,8)^2+(0,68-0,5)^2}{10}} = 0,113$$

Похибка експерименту для аудиторії 216 VI корпусу ЗНУ:

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,26 \cdot 0,113}{3,162} = 0,080$$

Таблиця 3.3 – Результатів виміру рівня електромагнітного забруднення в аудиторії 212 VI корпусу ЗНУ

Кількість вимірювань	Рівень електромаг. забр. $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	C_n $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	R	S_n	E
1	0,5	0,41	0,3	0,110	0,078
2	0,5				
3	0,3				
4	0,2				
5	0,3				
6	0,5				
7	0,5				
8	0,4				
9	0,4				
10	0,5				

Середнє арифметичне для аудиторії 212 VI корпусу ЗНУ:

$$C_n = \frac{4,1}{10} = 0,41$$

Розмах варіювання для аудиторії 212 VI корпусу ЗНУ:

$$R = 0,5 - 0,2 = 0,3$$

Середнє квадратичне відхилення для аудиторії 212 VI корпусу ЗНУ:

$$S_n = \sqrt{\frac{(0,41-0,5)^2+(0,41-0,5)^2+(0,41-0,3)^2+(0,41-0,2)^2+(0,41-0,3)^2+(0,41-0,5)^2+(0,41-0,5)^2+(0,41-0,4)^2+(0,41-0,4)^2+(0,41-0,5)^2}{10}} = 0,110$$

Похибка експерименту для аудиторії 212 VI корпусу ЗНУ:

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,26 \cdot 0,110}{3,162} = 0,078$$

На рисунку 3.1 представлена гістограма рівнів електромагнітного забруднення в аудиторіях VI корпусу ЗНУ.

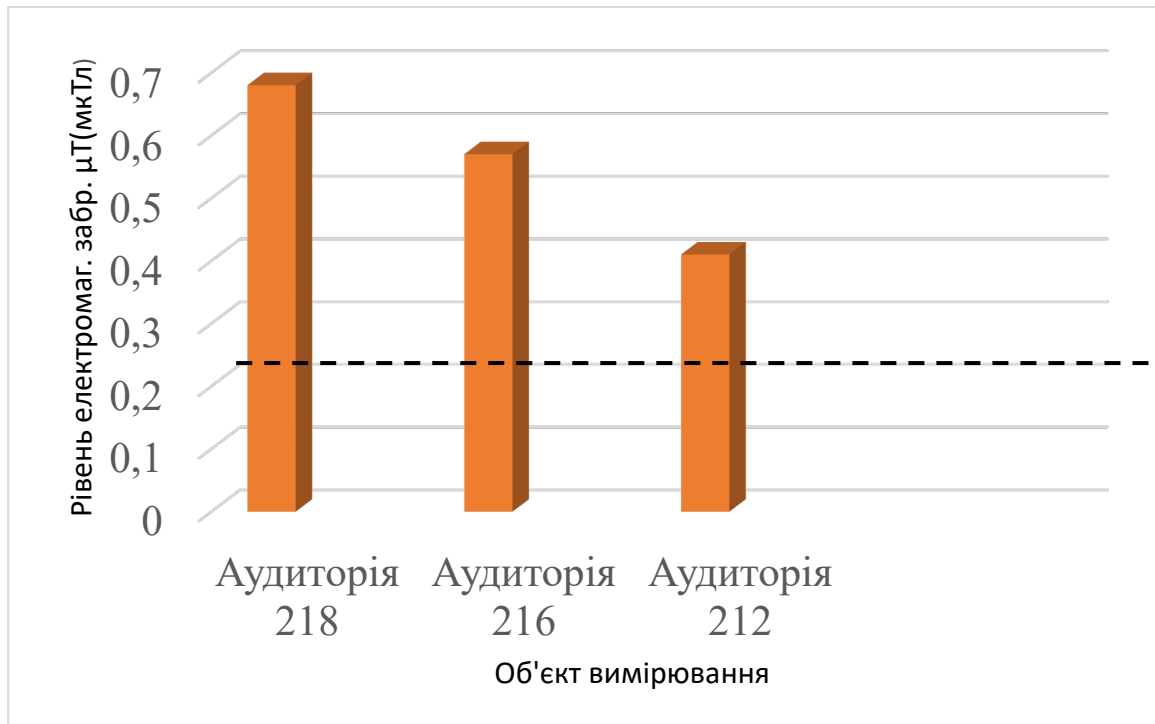


Рисунок 3.1 – Гістограма рівнів електромагнітного забруднення в аудиторіях VI корпусу ЗНУ

Отримані результати ілюструють наявність вираженого електромагнітного забруднення в аудиторіях 218, 216, 212 VI корпусу ЗНУ, що вказує на недостатній рівень екранування цих приміщень.

3.2 Результати досліджень II корпусу ЗНУ

Результати досліджень а також статистична обробка для II корпусу ЗНУ представлені в таблицях: 3.4, 3.5, 3.6.

Таблиця 3.4 – Результатів виміру рівня електромагнітного забруднення в коридорі 2 поверху II корпусу ЗНУ

Кількість вимірювань	Рівень електромаг. забр. $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	C_n $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	R	S_n	E
1	3,84	3,25	1,17	0,396	0,283
2	3,56				
3	2,98				
4	2,88				
5	2,67				
6	3,50				
7	3,78				
8	3,12				
9	3,15				
10	3,02				

Середнє арифметичне для 2 поверху II корпусу ЗНУ:

$$C_n = \frac{32,5}{10} = 3,25$$

Розмах варіювання для 2 поверху II корпусу ЗНУ:

$$R = 3,84 - 2,67 = 1,17$$

Середнє квадратичне відхилення для аудиторії 2п. 2 корпусу ЗНУ:

$$S_n = \sqrt{\frac{(3,25-3,84)^2+(3,25-3,56)^2+(3,25-2,98)^2+(3,25-2,88)^2+(3,25-2,67)^2+(3,25-3,50)^2+(3,25-3,78)^2+(3,25-3,12)^2+(3,25-3,15)^2+(3,25-3,02)^2}{10}} = 0,396$$

Похибка експерименту для 2 поверху II корпусу ЗНУ:

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,26 \cdot 0,396}{3,162} = 0,283$$

Таблиця 3.5 – Результатів виміру рівня електромагнітного забруднення в коридорі 3 поверху II корпусу ЗНУ

Кількість вимірювань	Рівень електромаг. забр. $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	C_n $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	R	S_n	E
1	2,98	2,502	1	0,349	0,249
2	2,77				
3	2,11				
4	1,98				
5	2,11				
6	2,77				
7	2,56				
8	2,79				
9	2,30				
10	2,65				

Середнє арифметичне для 3 поверху II корпусу ЗНУ:

$$C_n = \frac{25,02}{10} = 2,502$$

Розмах варіювання для 3 поверху II корпусу ЗНУ:

$$R = 2,98 - 1,98 = 1$$

Середнє квадратичне відхилення для аудиторії 3 поверху II корпусу ЗНУ:

$$S_n = \sqrt{\frac{(2,502-2,98)^2+(2,502-2,77)^2+(2,502-2,11)^2+(2,502-1,98)^2+(2,502-2,11)^2+(2,502-2,77)^2+(2,502-2,56)^2+(2,502-2,79)^2+(2,502-2,30)^2+(2,502-2,65)^2}{10}} = 0,349$$

Похибка експерименту для 3 поверху II корпусу ЗНУ:

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,26 \cdot 0,349}{3,162} = 0,249$$

Таблиця 3.6 – Результатів виміру рівня електромагнітного забруднення у підвалі II корпусу ЗНУ

Кількість вимірювань	Рівень електромаг. забр. $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	C_n $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	R	S_n	E
1	0,83	0,753	0,16	0,055	0,039
2	0,75				
3	0,80				
4	0,67				
5	0,80				
6	0,71				
7	0,75				
8	0,81				
9	0,73				
10	0,68				

Середнє арифметичне для підвалу II корпусу ЗНУ:

$$C_n = \frac{7,53}{10} = 0,753$$

Розмах варіювання для підвалу II корпусу ЗНУ:

$$R = 0,83 - 0,67 = 0,16$$

Середнє квадратичне відхилення для підвалу II корпусу ЗНУ:

$$S_n = \sqrt{\frac{(0,753-0,83)^2+(0,753-0,75)^2+(0,753-0,80)^2+(0,753-0,67)^2+(0,753-0,80)^2+(0,753-0,71)^2+(0,753-0,75)^2+(0,753-0,81)^2+(0,753-0,73)^2+(0,753-0,68)^2}{10}} = 0,055$$

Похибка експерименту для підвалу II корпусу ЗНУ:

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,26 \cdot 0,055}{3,162} = 0,039$$

На рисунку 3.2 представлена гістограма рівнів електромагнітного забруднення в приміщеннях II корпусу ЗНУ.

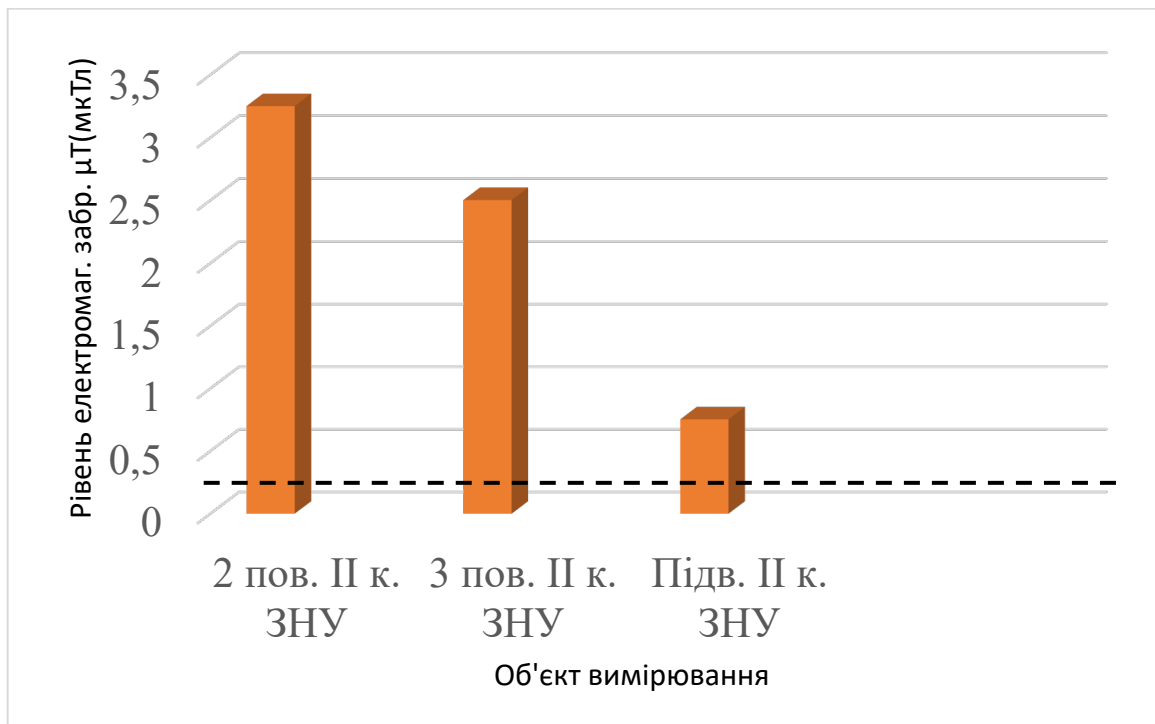


Рисунок 3.2 – Гістограма рівнів електромагнітного забруднення в II корпусі ЗНУ

Отримані результати продемонстрували наявність електромагнітного забруднення на 2, 3 поверхах та у підвалі II корпусу ЗНУ, що вказує на недостатній рівень екранування цих приміщень та високе випромінювання від щитів освітлення.

3.3 Результати досліджень III корпусу ЗНУ

Результати досліджень а також статистична обробка для III корпусу ЗНУ представлені в таблицях: 3.7, 3.8, 3.9.

Таблиця 3.7 – Результатів виміру рівня електромагнітного забруднення в аудиторії 113 III корпусу ЗНУ

Кількість вимірювань	Рівень електромаг. забр. $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	C_n $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	R	S_n	E
1	0,5	0,41	0,2	0,087	0,062
2	0,5				
3	0,4				
4	0,3				
5	0,5				
6	0,4				
7	0,3				
8	0,3				
9	0,5				
10	0,4				

Середнє арифметичне для аудиторії 113 III корпусу ЗНУ:

$$C_n = \frac{4,1}{10} = 0,41$$

Розмах варіювання для аудиторії 113 III корпусу ЗНУ:

$$R = 0,5 - 0,3 = 0,2$$

Середнє квадратичне відхилення для аудиторії 113 III корпусу ЗНУ:

$$S_n = \sqrt{\frac{(0,41-0,5)^2+(0,41-0,5)^2+(0,41-0,4)^2+(0,41-0,3)^2+(0,41-0,5)^2+(0,41-0,4)^2+(0,41-0,3)^2+(0,41-0,5)^2+(0,41-0,5)^2+(0,41-0,4)^2}{10}} = 0,087$$

Похибка експерименту для аудиторії 113 III корпусу ЗНУ:

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,26 \cdot 0,087}{3,162} = 0,062$$

Таблиця 3.8 Результатів виміру рівня електромагнітного забруднення в аудиторії 306 III корпусу ЗНУ

Кількість вимірювань	Рівень електромаг. забр. $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	C_n $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	R	S_n	E
1	0,6	0,45	0,3	0,117	0,083
2	0,4				
3	0,4				
4	0,6				
5	0,5				
6	0,4				
7	0,3				
8	0,3				
9	0,4				
10	0,6				

Середнє арифметичне для аудиторії 306 III корпусу ЗНУ:

$$C_n = \frac{4,5}{10} = 0,45$$

Розмах варіювання для аудиторії 306 III корпусу ЗНУ:

$$R = 0,6 - 0,3 = 0,3$$

Середнє квадратичне відхилення для аудиторії 306 III корпусу ЗНУ:

$$S_n = \sqrt{\frac{(0,45-0,6)^2+(0,45-0,4)^2+(0,45-0,4)^2+(0,45-0,6)^2+(0,45-0,5)^2+(0,45-0,4)^2+(0,45-0,3)^2+(0,45-0,3)^2+(0,45-0,4)^2+(0,45-0,6)^2}{10}} = 0,117$$

Похибка експерименту для аудиторії 306 III корпусу ЗНУ:

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,26 \cdot 0,117}{3,162} = 0,083$$

Таблиця 3.9 – Результатів виміру рівня електромагнітного забруднення в аудиторії 217 III корпусу ЗНУ

Кількість вимірювань	Рівень електромаг. забр. $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	C_n $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	R	S_n	E
1	0,7	0,56	0,3	0,134	0,095
2	0,6				
3	0,5				
4	0,7				
5	0,7				
6	0,4				
7	0,4				
8	0,4				
9	0,7				
10	0,5				

Середнє арифметичне для аудиторії 217 III корпусу ЗНУ:

$$C_n = \frac{5,6}{10} = 0,56$$

Розмах варіювання для аудиторії 217 III корпусу ЗНУ:

$$R = 0,7 - 0,4 = 0,3$$

Середнє квадратичне відхилення для аудиторії 217 III корпусу ЗНУ:

$$S_n = \sqrt{\frac{(0,56-0,7)^2+(0,56-0,6)^2+(0,56-0,5)^2+(0,56-0,7)^2+(0,56-0,7)^2+(0,56-0,4)^2+(0,56-0,4)^2+(0,56-0,4)^2+(0,56-0,7)^2+(0,56-0,5)^2}{10}} = 0,134$$

Похибка експерименту для аудиторії 217 III корпусу ЗНУ:

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,26 \cdot 0,134}{3,162} = 0,095$$

На рисунку 3.3 представлена гістограма рівнів електромагнітного забруднення в приміщеннях III корпусу ЗНУ.

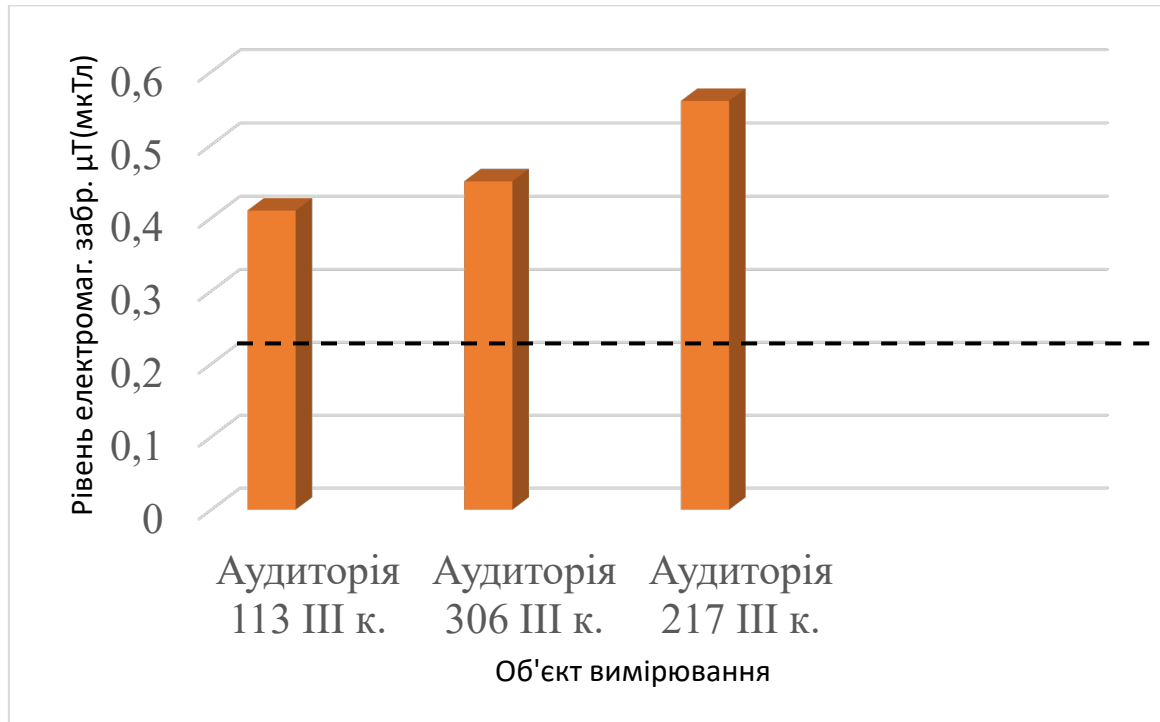


Рисунок 3.3 – Гістограма рівнів електромагнітного забруднення в аудиторіях III корпусу ЗНУ

Отримані результати продемонстрували наявність яскраво вираженого електромагнітного забруднення в аудиторіях 113, 306, 217 III корпусу ЗНУ, що вказує на недостатній рівень екранування стін та електроприладів цих приміщень.

3.4 Результати досліджень I корпусу ЗНУ

Результати досліджень а також статистична обробка для I корпусу ЗНУ представлені в таблицях: 3.10, 3.11, 3.12.

Таблиця 3.10 – Результатів виміру рівня електромагнітного забруднення в аудиторії 50 I корпусу ЗНУ

Кількість вимірювань	Рівень електромаг. забр. $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	C_n $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	R	S_n	E
1	0,2	0,23	0,1	0,063	0,045
2	0,25				
3	0,3				
4	0,2				
5	0,3				
6	0,25				
7	0,2				
8	0,1				
9	0,2				
10	0,3				

Середнє арифметичне для аудиторії 50 I корпусу ЗНУ:

$$C_n = \frac{2,3}{10} = 0,23$$

Розмах варіювання для аудиторії 217 III корпусу ЗНУ:

$$R = 0,3 - 0,2 = 0,1$$

Середнє квадратичне відхилення для аудиторії 217 III корпусу ЗНУ:

$$S_n = \sqrt{\frac{(0,23-0,2)^2+(0,23-0,25)^2+(0,23-0,3)^2+(0,23-0,2)^2+(0,23-0,3)^2+(0,23-0,25)^2+(0,23-0,2)^2+(0,23-0,1)^2+(0,23-0,2)^2+(0,23-0,3)^2}{10}} = 0,063$$

Похибка експерименту для аудиторії 217 III корпусу ЗНУ:

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,26 \cdot 0,063}{3,162} = 0,045$$

Таблиця 3.11 – Результатів виміру рівня електромагнітного забруднення в аудиторії 55 I корпусу ЗНУ

Кількість вимірювань	Рівень електромаг. забр. $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	C_n $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	R	S_n	E
1	0,5	0,41	0,2	0,087	0,062
2	0,5				
3	0,4				
4	0,3				
5	0,5				
6	0,4				
7	0,3				
8	0,3				
9	0,5				
10	0,4				

Середнє арифметичне для аудиторії 55 I корпусу ЗНУ:

$$C_n = \frac{4,1}{10} = 0,41$$

Розмах варіювання для аудиторії 55 I корпусу ЗНУ:

$$R = 0,5 - 0,3 = 0,2$$

Середнє квадратичне відхилення для аудиторії 55 I корпусу ЗНУ:

$$S_n = \sqrt{\frac{(0,41-0,5)^2+(0,41-0,5)^2+(0,41-0,4)^2+(0,41-0,3)^2+(0,41-0,5)^2+(0,41-0,4)^2+(0,41-0,3)^2+(0,41-0,5)^2+(0,41-0,5)^2+(0,41-0,4)^2}{10}} = 0,087$$

Похибка експерименту для аудиторії 55 I корпусу ЗНУ:

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,26 \cdot 0,087}{3,162} = 0,062$$

Таблиця 3.12 – Результатів виміру рівня електромагнітного забруднення в аудиторії 62 I корпусу ЗНУ

Кількість вимірювань	Рівень електромаг. забр. $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	C_n $\mu\text{T}(\text{мкТл})$	R	S_n	E
1	0,6	0,44	0,3	0,126	0,090
2	0,4				
3	0,6				
4	0,3				
5	0,5				
6	0,4				
7	0,3				
8	0,3				
9	0,6				
10	0,4				

Середнє арифметичне для аудиторії 62 I корпусу ЗНУ:

$$C_n = \frac{4,4}{10} = 0,44$$

Розмах варіювання для аудиторії 62 I корпусу ЗНУ:

$$R = 0,6 - 0,3 = 0,3$$

Середнє квадратичне відхилення для аудиторії 62 I корпусу ЗНУ:

$$S_n = \sqrt{\frac{(0,44-0,6)^2+(0,44-0,4)^2+(0,44-0,6)^2+(0,44-0,3)^2+(0,44-0,5)^2+(0,44-0,4)^2+(0,44-0,3)^2+(0,44-0,3)^2+(0,44-0,6)^2+(0,44-0,4)^2}{10}} = 0,126$$

Похибка експерименту для аудиторії 62 I корпусу ЗНУ:

$$\varepsilon = \pm \frac{t_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2,26 \cdot 0,126}{3,162} = 0,090$$

На рисунку 3.4 представлена гістограма рівнів електромагнітного забруднення в аудиторіях I корпусу ЗНУ.

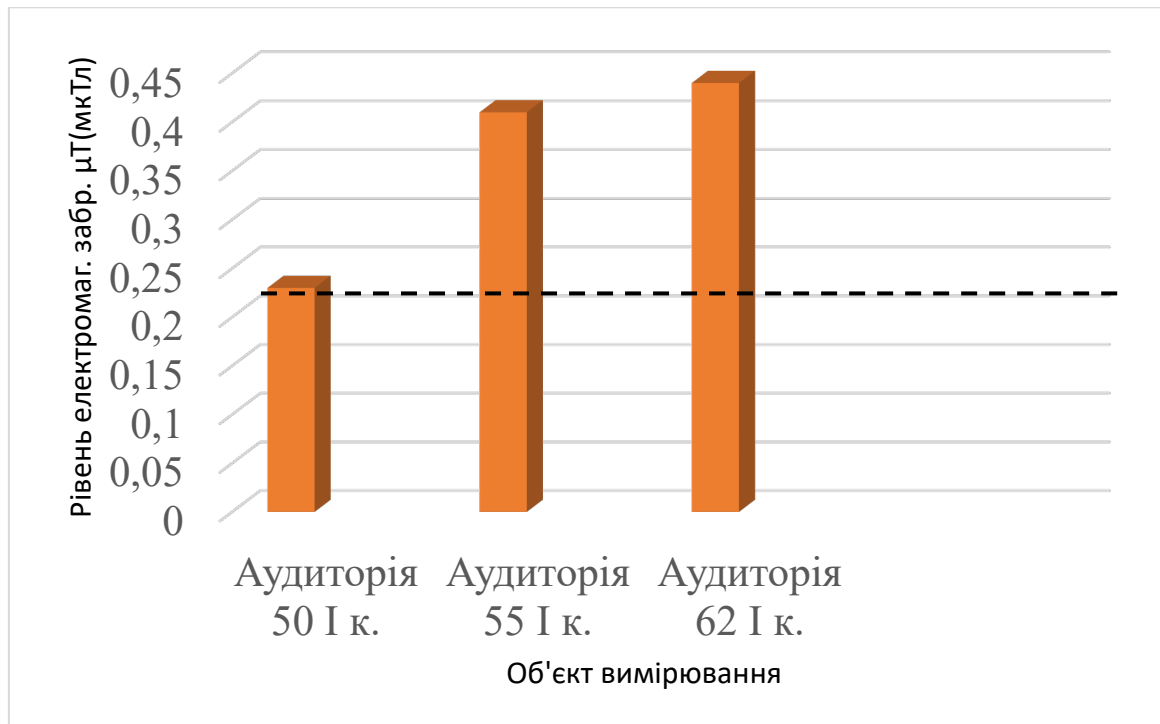


Рисунок 3.4 – Гістограма рівнів електромагнітного забруднення в аудиторіях I корпусу ЗНУ

Отримані результати продемонстрували наявність вираженого електромагнітного забруднення в аудиторіях 55 та 62 I корпусу ЗНУ. В аудиторії 50 рівень забруднення в межах норми. Також потрібно зазначити, що рівень електромагнітного випромінювання зменшується за законом обернених квадратів. При збільшенні відстані в 2 рази – рівень електромагнітного випромінювання зменшується в 4 рази.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Інструкція при роботі з електроприладами

Щоб запобігти виникненню нещасних випадків, ураження електричним струмом, пожеж тощо слід вивчити і виконувати правила з техніки безпеки при роботі на електрообладнанні, правила виробничої санітарії й пожежної профілактики.

До роботи з експлуатації електроустановок і електроустаткування допускаються тільки співробітники, що пройшли спеціальне навчання і мають кваліфікаційне посвідчення.

Студентам працювати на електрообладнанні дозволяється тільки в присутності досвідченого співробітника (викладача або лаборанта).

Допуск до самостійної роботи аспірантів, претендентів проводиться після присвоєння їм відповідної кваліфікаційної групи.

Відповідальна за лабораторію особа повинна систематично слідкувати за справністю електричної апаратури, яка використовується в навчальному процесі й науково-дослідній роботі (ФЕКи, СФи, електроплити, муфельна піч, сушильна шафа та інше). При виявленні пошкоджень негайно повідомляє відповідного фахівця та контролює своєчасний її ремонт.

Самостійний ремонт електрообладнання студентам, лаборантам та викладачам забороняється.

Забороняється користуватися (з навчальною чи науковою метою) несправним електроустаткуванням.

Для попередження нещасних випадків, на несправних приладах повинен бути зроблений надпис: «Прилад не працює», тощо.

Профілактичний огляд і ремонт електроустаткування (електроплити, муфельна піч, сушильна шафа та інше), яке використовується в навчальному процесі й у науково-дослідній роботі, роблять тільки відповідні фахівці.

У кабінеті або лабораторії треба використовувати електронагрівальні прилади закритого типу та інше електричне обладнання тільки заводського виготовлення. При експлуатації слід користуватися паспортом та інструкцією заводу-виготовлювача.

Усі електронагрівальні прилади повинні мати теплоізоляцію знизу і з боку стін. Як теплоізоляцію можна використати керамічні плитки та інші негорючі матеріали з малою теплопровідністю.

Подання струму через загальний рубильник до робочих місць і вимикання його після закінчення робіт виконує лише викладач або лаборант.

Штепсельні розетки і встановлене обладнання можуть перебувати під струмом під час проведення дослідів. Після закінчення експерименту подача струму негайно припиняється.

Шафи з розподільними пристроями повинні бути замкнені на замок.

Усі прилади, в яких це передбачено, повинні бути заземлені.

Особи, що працюють на електрообладнанні (лаборанти, викладачі, студенти, аспіранти, претенденти), перед кожним використанням проводять перевірку відсутності видимих пошкоджень заземлення, ушкоджень ізоляції електропроводу та електровилки. При виявленні пошкоджень негайно повідомляють керівника робіт, а лаборант – відповідного фахівця.

Уважно ознайомитись із завданням, правилами безпеки робіт на електрообладнанні.

Упевнитись в наявності засобів гасіння вогню і надання першої допомоги.

Приступаючи до роботи з діючими установками, необхідно:

- вмикати електрообладнання тільки в присутності досвідченого співробітника (викладача або лаборанта);

- з виникаючими питаннями з приводу роботи приладу звертатися до викладача або лаборанта.

Необхідно припинити роботу на електрообладнанні при:

- появі диму або специфічного запаху, характерного для ізоляції, що горить;
- появі навіть слабкої дії електроструму;
- появі підвищеного шуму, стуку, вібрації тощо;
- при раптовому припиненні роботи електроустаткування (зникнення напруги, заклинення частин приладу, що рухаються (центрифуга тощо)), воно повинно бути вимкнено вимикачем.

Про всі виявлені несправності електрообладнання під час роботи необхідно негайно повідомляти лаборанта або керівника робіт.

Не слід перевіряти наявність напруги пальцями і не торкатись струмоведучих частин електроприладів.

Під час перенесення електроустаткування з одного робочого місця на інше, а також під час перерви у роботі електрообладнання повинно бути відключене від електромережі.

Не варто залишати без нагляду електроустаткування, яке підключене до електромережі.

Після закінчення роботи слід:

- привести в порядок робоче місце.
- вимкнути всі електроспоживачі.
- зачинити вікна, кватирки, перевірити чи закриті водопровідні крани, вимкнути вентиляцію та освітлення.
- зачинити приміщення і при необхідності здати його під охорону та залишити ключі черговому швейцару.
- в разі виявлення недоліків – повідомити про них керівника підрозділу або відповідну службу (коменданта, енергетика, механіка, службу охорони).

При виникненні аварійних ситуацій необхідно вміти відповідно діяти:

- при припиненні подачі електроенергії або при спалахуванні електропроводки в середині апаратури необхідно вимкнути електроживлення обладнання, вимкнути вилку шнура живлення;

– при пожежі діяти відповідно до «Інструкції з пожежної безпеки», при необхідності викликати пожежну службу, МНС (тел. 101);

– в разі нещасного випадку: надати потерпілому першу медичну допомогу, викликати медичного співробітника, повідомити керівника, у разі необхідності викликати швидку медичну допомогу (тел. 103).

При виникненні інших аварійних ситуацій повідомити керівника робіт та діяти за його розпорядженнями.

Надаючи допомогу потерпілому при ураженні струмом, не можна торкатися голими руками до людини, яка знаходиться під дією струму.

Насамперед, потрібно відключити установку (устаткування), якої торкається постраждалий або вимкнути рубильник, який постачає струм до електроприладу.

При неможливості відключення всієї електроустановки, необхідно відокремити постраждалого від струмоведучих частин, використовуючи сухі предмети, що не проводять електричний струм (дошки, одяг, стілець й ін.), або перерубати провід сокирою із сухою рукояткою.

При відокремленні потерпілого від струмоведучих частин, треба діяти однією рукою.

Надаючи першу медичну допомогу постраждалого укласти на спину на тверду поверхню й перевірити наявність подиху і пульсу.

Якщо постраждалий у свідомості (збережені основні життєві функції), необхідно забезпечити йому повний спокій та свіже повітря.

При порушенні або припиненні дихання та серцевої діяльності – виконувати штучне дихання й масаж серця (навіть якщо людина здається мертвою) до прибуття швидкої допомоги та передачі постраждалого до рук медиків.

4.2 Інструкція при роботі за персональним комп'ютером

До роботи на персональній електронно-обчислювальній машині (ПЕОМ) або відеодисплейному терміналі (ВДТ) допускаються після вивчення даної інструкції особи, які пройшли попередній медичний огляд, встановлений курс навчання за даною професією, а при необхідності стажування протягом 2–15 змін під керівництвом досвідчених працівників, пройшли вступний та первинний (на робочому місці) інструктаж з питань охорони праці, пожежної безпеки, інструктаж і перевірку знань з електробезпеки і отримали II кваліфікаційну групу.

Оператор (користувач) повинен:

- 1) виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- 2) не допускати в робочу зону сторонніх осіб;
- 3) не виконувати вказівок, які суперечать правилам охорони праці;
- 4) пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та безпеку товаришів по роботі;
- 5) вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим від нещасних випадків;
- 6) вміти користуватись первинними засобами пожежогасіння;
- 7) виконувати правила особистої гігієни.

Робочі місця з ВДТ і ПЕОМ під час виконання творчої роботи, яка потребує значної розумової напруги чи великої концентрації уваги, слід ізолювати одне від одного перегородкою висотою 1,5–2,0 м.

Робочі місця з ВДТ рекомендується розміщувати в окремих приміщеннях. В разі розміщення робочих місць з ВДТ в залах або приміщеннях з джерелами небезпечних і шкідливих факторів вони повинні розташовуватись у повністю ізольованих кабінетах з природним освітленням та організованим повітрообміном.

Площа, на якій розташовується одне робоче місце з ПЕОМ або ВДТ, повинна становити не менше як $6,0 \text{ м}^2$, об'єм приміщення – не менше як 20 м^3 .

Поверхня підлоги має бути рівною, без вибоїн, неслизькою, зручною для очищення та вологого прибирання, мати антистатичні властивості.

При розміщенні робочих місць необхідно виключити можливість прямого засвічування екрана джерелом природного освітлення.

Штучне освітлення у приміщеннях з ВДТ треба здійснювати у вигляді комбінованої системи освітлення з використанням люмінесцентних джерел світла у світильниках загального освітлення, які слід розташовувати над робочими поверхнями у рівномірно-прямокутному порядку.

Для запобігання засвітлювання екранів ВДТ прямими світловими потоками, лінії світильників повинні бути розташовані з достатнім бічним зміщенням відносно рядів робочих місць або зон, а також паралельно до світлових отворів. Бажане розміщення вікон з одного боку робочих приміщень.

Штучне освітлення повинно забезпечити на робочих місцях ПЕОМ освітленість $300\text{--}500 \text{ лк}$. У разі неможливості забезпечити даний рівень освітленості системою загального освітлення допускається застосування світильників місцевого освітлення, але при цьому не повинно бути відблисків на поверхні екрану та збільшення освітленості екрану більше ніж 300 лк .

У разі природного освітлення слід передбачити наявність сонцезахисних засобів, з цією метою можна використовувати плівки з металізованим покриттям або жалюзі.

Розташовувати робоче місце обладнане ВДТ, необхідно таким чином, щоб в поле зору оператора не потрапляли вікна або освітлювальні прилади; вони не повинні знаходитися й безпосередньо за його спиною.

На робочому місці має бути забезпечена рівномірна освітленість за допомогою переважно відбитого або розсіяного розподілу світла.

Світлових відблисків з клавіатури, екрана та від інших частин ВДТ у напрямку очей оператора не повинно бути.

Для їх виключення необхідно застосовувати спеціальні екранні фільтри, захисні козирки або розташовувати джерела світла паралельно напрямку погляду на екран ВДТ з обох сторін.

Для запобігання засліплення, світильники місцевого освітлення повинні мати відбивачі з непрозорого матеріалу чи скло молочного кольору. Захисний кут відбивача повинен бути не менше 40°.

Не бажано, щоб одяг оператора був світлим і особливо блискучим.

Для оздоблення приміщень з ВДТ повинні використовуватися дифузно-відбиваючі матеріали з коефіцієнтами відбиття: стелі – від 0,7 до 0,8; стін – від 0,4 до 0,5; підлоги – від 0,2 до 0,3.

Забороняється застосовувати для оздоблення інтер'єру полімерні матеріали, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

Робочі місця з ВДТ повинні розташовуватись на відстані не менше як 1,5 м від стіни з віконними прорізами, від інших стін – на відстані 1 м; між собою на відстані не менше як 1,5 м.

Основним обладнанням робочого місця оператора ВДТ є монітор, клавіатура, робочий стіл, стілець (крісло); допоміжним – пюпітр, підставка для ніг, шафи, полиці та інше.

Взаємне розташування елементів робочого місця не повинно заважати виконанню всіх необхідних рухів та переміщень для експлуатації ПЕОМ; сприяти оптимальному режиму праці і відпочинку, зниженню втоми оператора (користувача).

При використанні допоміжних пристосувань під ВДТ, повинна бути передбачена можливість переміщення останнього відносно вертикальної осі в межах $\pm 30^\circ$ (вправо–вліво).

Для забезпечення точного і швидкого зчитування інформації поверхню екрана ВДТ слід розташовувати в оптимальній зоні інформаційного поля в площині, перпендикулярній нормальній лінії погляду оператора (користувача), який знаходиться в робочій позі. Допускається відхилення від цієї площини – не

більше 45° ; допускається кут відхилення лінії погляду від нормального – не більше 30° .

Розташовувати ВДТ на робочому місці необхідно так, щоб поверхня екрана знаходилась на відстані 500–600 мм від очей оператора (користувача), в залежності від розміру екрана.

Необхідно розташовувати клавіатуру на робочому столі, не допускаючи її хитання, або на окремому столі на відстані 100–300 мм від краю ближче до працюючого.

Положення клавіатури та кут її нахилу повинен відповідати побажанням оператора (користувача) – кут нахилу в межах 5° – 15° .

Принтер треба розташовувати так, щоб доступ до нього оператора (користувача) та його колег був зручним; щоб максимальна відстань до клавіш управління принтером не перевищувало довжину витягнутої руки (по висоті 900–1300 мм, по глибині 400–500 мм).

Конструкція робочого столу повинна забезпечувати можливість оптимального розміщення на робочій поверхні обладнання, що використовується, з урахуванням його кількості, розмірів, конструктивних особливостей (розмір ВДТ, клавіатури, принтера, ПЕОМ та інше) та характеру його роботи.

Висота робочої поверхні столу повинна регулюватися у межах 680–800 мм; у середньому вона повинна становити 725 мм.

Ширина і глибина робочої поверхні повинні забезпечувати можливість виконання трудових операцій в межах моторного поля, межа якого визначається зоною в межах видимості приладів і досяжності органів керування.

Перевагу слід віддавати модульним розмірам столу, на основі яких розраховуються конструктивні розміри; ширину слід вважати: 600, 800, 1000, 1200, 1400; глибину – 800, 1000 мм, при нерегульованій його висоті – 725 мм.

Поверхня столу має бути матовою з малим відбиттям та теплоізолюючою.

Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше як 600 мм, шириною не менше як 500 мм, глибиною на рівні колін не менше, як 450 мм та на рівні витягнутої ноги – не менше як 650 мм.

Крісло повинно забезпечувати підтримування раціональної робочої пози під час виконання основних виробничих операцій, створювати умови для зміни пози.

З метою попередження втоми крісло повинно забезпечувати зниження статичного напруження м'язів шийно-плечової ділянки та спини.

Тип робочого крісла повинен обиратися залежно від характеру та тривалості роботи.

Воно має бути підйомно-поворотним і регулюватися по висоті та кутах нахилу сидіння і спинки, а також відстані спинки від переднього краю сидіння.

Регулювання кожного параметра має бути незалежним і мати надійну фіксацію.

Всі важелі та ручки пристосування (для регулювання) мають бути зручними в управлінні.

Висота поверхні сидіння повинна регулюватись у межах 400–550 мм.

Ширина та глибина його поверхні має бути не менше як 400 мм.

Поверхня сидіння має бути плоскою, передні краї – закругленими.

Сидіння та спинка крісла мають бути напівм'яким, такими, що не електризуються та з повітронепроникним покриттям, матеріал якого забезпечує можливість легкого очищення від забруднення.

Зміна кута нахилу поверхні сидіння повинна бути в межах від 15° уперед та 5° назад.

Опорна поверхня спинки крісла повинна мати висоту 280–300 мм, ширину – не менше як 380 мм та радіус кривизни горизонтальної площини – 400 мм.

Кут нахилу спинки у вертикальній площині повинен регулюватися у межах (-30°) – (+30°) від вертикального положення.

Відстань спинки від переднього краю сидіння повинна регулюватися у межах 260 – 400 мм.

Крісла повинні мати стаціонарні або знімні підлокітники довжиною не менше як 250 мм, шириною у межах 50–70 мм, що можуть регулюватися по висоті над сидінням у межах 200–260 мм та регулюватися по параметру внутрішньої відстані між підлокітниками у межах 350–500 мм.

Робоче місце має бути обладнане стійкою підставкою для ніг, параметри якої просто регулюються.

Підставка повинна мати ширину не менше як 300 мм, глибину не менше як 400 мм, з регулюванням, по висоті до 150 мм та по куту нахилу опорної поверхні підставки до 20°.

Поверхня підставки має бути рифленою, а по передньому краю мати бортик висотою 10 мм.

Робоче місце оператора (користувача) має бути обладнане легко переміщуваним пюпітром для розташування на ньому документів, розміщеним на одному рівні з екраном та віддалений від очей оператора (користувача) приблизно на таку ж відстань (припустима розбіжність цих відстаней не більше як 100 мм).

Пюпітр не повинен вібрувати, бути стійким.

Значення площини пюпітра має бути не меншою за розміри найбільшою з джерел інформації, що застосовується оператором (користувачем).

При необхідності перегортання оригіналу обидві його сторони повинні розташовуватися на підставці.

Рукопис повинен слабо прилипати до підставки або кріпитися за допомогою спеціальних затискачів. Поверхня пюпітра має бути матовою.

Пюпітр повинен мати лінійку, що легко пересувається по рядках, прозору та зручну для використання.

Раціональна поза оператора (користувача): розташування тіла при якому ступні працівника розташовані на площині підлоги або на підставці для ніг, стегна зорієнтовані у горизонтальній площині, верхні частини рук – вертикальні,

кут ліктьового суглоба коливається у межах 70–90°, зап'ястя зігнуті під кутом не більше ніж 20°, нахил голови – у межах 15–20°, а також виключені часті її повороти.

Для забезпечення оптимальної робочої пози оператора (користувача) необхідно:

– забезпечити відстань між найважливішими засобами праці, з якими оператор (користувач) працює найбільш часто близько до 500 мм.

– виробничі завдання операторів (користувачів) розробляти з урахуванням мінімізації перепадів яскравості між найбільш важливими об'єктами зорового спостереження.

Під час розташування екрана ВДТ на технологічному обладнанні, необхідно передбачити зручність зорового нагляду в вертикальній площині під кутом $\pm 30^\circ$ від нормальної лінії погляду оператора (користувача) ПЕОМ, відстань від екрана до ока працівника повинна складати 500–900 мм в залежності від розміру екрана.

Для нейтралізації зарядів статичної електрики в приміщенні, де виконуються роботи на ПЕОМ, рекомендується збільшувати вологість повітря за допомогою кімнатних зволожувачів.

Крім даної інструкції оператор (користувач) повинен виконувати інструкцію з безпечної експлуатації ПЕОМ заводу-виробника.

Перед початком роботи слід:

- 1) увімкнути систему кондиціонування повітря в приміщенні;
- 2) оглянути робоче місце і привести його в порядок; впевнитись, що на ньому відсутні сторонні предмети; все обладнання і блоки ПЕОМ з'єднані з системним блоком за допомогою з'єднувальних шнурів;
- 3) перевірити надійність встановлення апаратури на робочому столі. ВДТ має стояти не на краю стола;

4) повернути ВДТ так, щоб було зручно дивитися на екран – під прямим кутом (а не збоку) і трохи зверху вниз; при цьому екран має бути трохи нахиленим – нижній його край ближче до оператора (користувача);

5) перевірити загальний стан апаратури, перевірити справність електропроводки, з'єднувальних шнурів, штепсельних вилок, розеток, заземлення захисного екрана;

6) відрегулювати освітленість робочого місця;

7) відрегулювати та зафіксувати висоту крісла, зручний для оператора (користувача) нахил його спинки;

8) у разі необхідності приєднати до процесора необхідну апаратуру (принтер, сканер тощо);

9) ввімкнути апаратуру комп'ютера вимикачами на корпусах в послідовності: стабілізатор напруги, ВДТ, процесор, принтер (якщо передбачається друкування);

10) відрегулювати яскравість свічення екрана ВДТ, мінімальний розмір світної точки, фокусування, контрастність.

Не слід робити зображення занадто яскравим, щоб не втомлювати очей.

Рекомендується зробити такі налаштування:

– яскравість свічення екрана – не менше 100 кд/м;

– відношення яскравості екрана ВДТ до яскравості оточуючих його поверхонь в робочій зоні – не більше 3:1;

– мінімальний розмір точки свічення – не менше 0,4 мм для монохромного ВДТ і не менше 0,6 мм для кольорового;

– контрастність зображення знаку - не менше 0,8.

Під час роботи за комп'ютером забороняється:

– експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками;

– застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам Правил будови електроустановок до переносних електропроводок

– застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;

– користування пошкодженими розетками, з'єднувальними коробками, вимикачами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання.

Після завершення роботи слід:

1) закінчити та записати у пам'ять комп'ютера файл, що знаходиться в роботі;

2) вийти з програмної оболонки і повернутися в середовище операційної системи;

3) вимкнути принтер, інші периферійні пристрої;

4) вимкнути стабілізатор, якщо комп'ютер підключений до мережі через нього;

5) штепсельні вилки витягнути з розеток;

6) накрити клавіатуру кришкою для запобігання попаданню в неї пилю;

7) прибрати робоче місце;

8) оригінали та інші документи покласти в ящик стола;

9) ретельно вимити руки теплою водою з милом.

ВИСНОВКИ

1. Експериментально підтверджено наявність негативного явища – забруднення учбових аудиторій ЗНУ «електромагнітним смогом», яке представляє потенційну небезпеку для здоров'я студентів та викладачів ЗНУ.

2. Встановлено, що локалізація джерел потенційної небезпеки забруднення учбових приміщень «електромагнітним смогом» відрізняється в різних аудиторіях і потребує в зв'язку з цим екологічного моніторингу.

3. Рівень електромагнітного забруднення учбових приміщень ЗНУ коливається у VI корпусі в межах від 0,4 до 0,7 мкТл; у II корпусі від 0,7 до 3,25 мкТл; у III корпусі від 0,4 до 0,5 мкТл та у I корпусі від 0,2 до 0,4 мкТл.

4. Експериментально встановлені найбільш небезпечні з точки зору впливу на здоров'я людини учбові приміщення згідно з показником їх техногенної забрудненості «електромагнітним смогом».

5. Результати дослідження дозволяють сформулювати практичні рекомендації, щодо мінімізації негативного впливу забруднення учбових приміщень електромагнітним випромінюванням.

6. Отримані гістограми в результаті експериментальних досліджень, дозволяють об'єктивно виявити найбільш небезпечні техногенні фактори для здоров'я людини – електромагнітне забруднення.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Одержані в рамках магістерської роботи експериментальні дані дозволяють сформулювати наступні практичні рекомендації:

– доцільним є створення топографічної схеми локалізації електромагнітного забруднення в учбових аудиторіях ЗНУ.

Для мінімізації негативного впливу електромагнітного випромінювання рекомендується:

– додержуватись принципу відстані до джерела електромагнітного випромінювання (існує квадратична залежність потужності опромінювання від відстані до його джерела);

– враховувати показники потужності джерела випромінювання;

– контролювати експозицію часу перебування в зоні джерела електромагнітного випромінювання;

– використовувати принцип екранування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Медведева В. Т. Инженерная экология: Учебник М. : Гардарики, 2002. 687 с.
2. Гичев Ю. П., Гичев Ю. Ю. Влияние электромагнитных полей на здоровье человека СО РАН. ГПНТБ. Новосибирск : 1999. 91 с.
3. Давыдов Б. И., Тихомчук В. С., Антипов В.В. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений. М.: Энергоатомиздат, 1984. 545 с.
4. Григорьев Ю. Г. Электромагнитное загрязнение окружающей среды и здоровье населения М. : Ассоциация общественного здоровья. Фонд «Здоровье и окружающая среда», 1997. 456 с.
5. Колечицкий Е.С. Защита от биологического действия электромагнитных полей промышленной частоты. М.: МЭИ, 1996. 345 с.
6. Кузнецов А. Н. Биофизика электромагнитных воздействий. М.: Энергоатомиздат, 1994. 389 с.
7. Суворов Г. А., Пальцев Ю. П., Хунданов Л. Л. Неионизирующие электромагнитные излучения и поля (экологические и гигиенические аспекты) М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 1998. 555 с.
8. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров. СН № 5904-91 45 с.
9. Методические указания для органов и учреждений санитарно-эпидемиологических служб по проведению дозиметрического контроля и гигиенической оценке лазерного излучения № 5309-90. 55 с.
10. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91. М. : МИОТ, 1993. 57 с.
11. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань ДСН 239-96. – К. : МОЗ України, 1996. 28 с.

12. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів: ДСанПін 3.3.6.096-2002 [Чинний від 2003-01-04]. – К.: МОЗ України, 2003. 16 с.
13. Bhatia M. S., Bhabha V. K. On the EMI potential of various laser types. *British Journal of Science, Education and Culture*. 2014. 340 p.
14. Rao I. M. Prediction and measurement of EMI pollution generated by the personal computers. *British Journal of Science, Education and Culture*. 2016. 245 p.
15. Воздействие электромагнитных излучений на биологические объекты. Труды 9-го Международного симпозиума по электромагнитной совместимости и электромагнитной экологии. СПб : [б. и.], 2011. 34 с.
16. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів Наказ МОЗ України N 173 від 19.06.96.
17. Ліщинська Л. Б. Радіочастотні датчики дистанційного контролю стану об'єкта. 2010. 83 с.
18. Українська мережа станцій космічної геодезії та геодинаміки (Укргеокосмомережа). К. : ВАІТЕ, 2005. 62 с.
19. Федонюк А. А. Федонюк А. О. Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів Кременчук : КНУ ім. М. Остроградського, 2010. 150 с.
20. Шацька міжвідомча науково-дослідна екологічна лабораторія: організація та програма діяльності [В. В. Панасюк] Наук. вісн. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. 2009. 122 с .
21. Patel B. P. Ganapathi M. An efficient numerical tool for electromagnetic field problems. *British Journal of Science, Education and Culture*. 2017. 222 p.
22. Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz – 300 GHz). *Icnirp*, 2009. 378 p.
23. Bielokrinitzki V., Fernandez-Britto Rodriguez J.E. Efecto de las ondas electromaqueticas de ultra alta frecuencia en el sistema nevrioso central I. Estudios experimentales morfologicas de las neuronas de la medulla espinal *Revista Cubana de Hiqi ena y Epidemioloqia*. 1981. 95 p.

24. Nayak S. K. Thomas M. J. Computation of EMI fields generated due to corona on high voltage overhead power transmission lines. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2016. Vol. 139 (1–3). P. 111-118

25. Bielokrinitzki V., Fernandez-Britto Rodriguez J.E., Secundo Mesa Castillo. Efecto de las ondas electromagnéticas de ultra alta frecuencia en el sistema nervioso central (III). Estudio experimental ultraestructural del hipocampo (I) (intensidad 1000 y 50 microwatts por cm²) Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. – 1982. 133 p.

26. Bielokrinitzki V., Fernandez-Britto Rodriguez J.E., Secundo Mesa Castillo. Efecto de las ondas electromagnéticas de ultra alta frecuencia en el sistema nervioso central (IV). Estudio experimental ultraestructural del hipocampo (intensidad 25 y 10 microvat por cm²) Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. 1982. 210 p.

27. Думанский Ю.Д., Сердюк А.М., Лось И.Л. Влияние электромагнитных полей радиочастот на человека. – К. : Здоровье, 1975. – 159 с.

28. Сердюк А.М. Взаимодействие организма с электромагнитными полями как фактором окружающей среды. К. : Наукова думка, 1977. 228 с.

29. Шандала М.Г., Думанский Ю.Д., Д.С. Иванов. Санитарный надзор за источником электромагнитных излучений в окружающей среде К. : Здоровье, 1990. 150 с.

30. Самохвалов В.Г., Мовчан Л.М. Вплив мікрохвильового випромінювання на стан здоров'я населення Довкілля та здоров'я. К. : 1998. 32 с.

31. Думанский Ю.Д., Никитина Н.Г., Томашевская Л.А. Метрологические радиолокаторы как источник электромагнитного поля сверхвысокочастотного диапазона и вопросы гигиены окружающей среды. М.: 1982. 211 с.

32. Шандала М.Г., Думанский Ю.Д., Иванов Д.С. Методические указания по определению уровня электромагнитного поля средств управления воздушным движением гражданской авиации ВЧ-, УВЧ- и НВЧ-диапазонов др. М.: МЗ СССР, 1988. 544 с.

33. Шандала М.Г., Руднев М.И., Шеметун А.М. Методические подходы к оценке мутагенного действия факторов электромагнитной природы Гигиена и санитария. М.: 1983. 413 с.

34. Белокриницкий В.С., Гринь А.И. Характер морфофункциональных изменений почек при комбинированном действии НВЧ-поля и гипоксии М. : Врачебное дело. 1983. С. 112 – 115.

35. Белокриницкий В.С. Изменения мозга при действии НВЧ-поля. Одесса: ОГМУ, 2002. 399 с.

36. Белокриницкий В.С. Природа и механизмы внутрикортикального торможения и их нарушения под влиянием НВЧ. Одеса : 2004. 83 с.

37. Белокриницкий В.С. Характер физиологических и морфологических изменений нервной системы облученных НВЧ-полем животных в процессе формирования микроволновой патологии («микроволновой болезни»). Одеса : 2005. С. 13 – 17.

38. Белокриницкий В.С. Изменение клеток головного мозга при длительном воздействии НВЧ излучений слабых интенсивностей (50, 25, 10, 5 мкВт/см²) Одеса : 2006. С. 224 – 231.

39. Белокриницкий В.С. Патогистологические механизмы действия НВЧ-излучений 1000, 500, 100 мкВт/см² на клетки головного мозга и вопросы профилактической медицины. Одеса : 2006. С. 219 – 228.

40. Белокриницкий В.С., Гоженко А.И. Патогенетические звенья формирования микроволновой патологии клеток спинного мозга при действии НВЧ-излучений слабых интенсивностей (5, 10, 15, 30, 50 мкВт/см²) 2006. С. 37– 43.

41. Белокриницкий В.С. Роль органов чувств и их анализаторов в формировании механизмов высшей нервной деятельности и неврологических процессов животных, подвергавшихся воздействию НВЧ-излучений. Одеса: 2006. С. 8 – 11.

42. Білокриницький В.С. Мікрохвильова патологія мозку, що виникає за дії НВЧ-поля. Вісник Національної академії наук України : 2007. С. 3 – 29.

43. Малышев В.М., Колесник Ф.А. Электромагнитные волны НВЧ и их воздействие на человека. Л.: Медицина, 1968. 88 с.
44. Дрогичина Э.М. К классификации клинических синдромов при хроническом воздействии электромагнитных полей диапазона радиочастот. М. : 1968. С. 42 – 44.
45. Петрова И. Р. Влияние НВЧ-излучений на организм человека и животных. Л. : Медицина, 1970. 230 с.
46. Тягин Н. В. Клинические аспекты облучения НВЧ-диапазона. М. : Медицина. 1971. 174 с.
47. Гембицкий Е. В. О последствиях воздействия НВЧ-поля М. : Военно-медицинский журнал. 1972. С. 58 – 63.
48. Минин Б. А. НВЧ и безопасность человека. М.: Сов.радио, 1974. 352 с.
49. Думанский Ю. Д. Проблема регламентации электромагнитной обстановки в населенных местах Украины Одеса : 2001. С. 34 – 36.
50. Думанський Ю. Д., Сердюк А. М., Селезньов Б. Ю. Електромагнітне забруднення навколишнього середовища – сучасна гігієнічна проблема (підсумки та перспектива досліджень). Одеса : 2003. 34 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Приклад вимірювання приладом «Соекс Імпульс»

