

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екології та неоекології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
бакалавра
на тему
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ
В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ МІСТА ХАРКІВ

Виконала: студентка 4 курсу, групи ДЕ-42

Спеціальності: 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____ /Маматченко К. А./
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ / доц. Лісняк А. А./
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ / _____ /
(підпис) (прізвище та ініціали)

«До захисту допущено»

В. о. зав. кафедри _____ /проф. Медведєв В. В./
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтролер _____ /інж. І кат. Шаповалова В. О./
(підпис) (прізвище та ініціали)

Секретар ЕК _____ /Савіцька Р. О. /
(підпис) (прізвище та ініціали)

Харків – 2020 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Навчально-науковий інститут екології

Кафедра – екології та неоекології

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр

Спеціальності: 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

проф. Медведєв В. В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

«28» травня 2019 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Маматченко Катерини Анатоліївни
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Дослідження електромагнітного випромінювання в центральній частині міста Харків

керівник роботи доцент Лісняк Анатолій Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «01» квітня 2020 року № 0210-05/489

2. Строк подання студентом роботи 27 травня 2020 року

Перелік питань, які потрібно розробити :

1. опрацювати існуючі літературні дослідження з питань їх впливу на організм людини;
2. провести вимірювання рівня електромагнітного випромінювання (ЕМВ) від різних його джерел, зафіксувати максимальні та мінімальні рівні ЕМВ;

3. виявити ділянки існуючих чи потенційних перевищень гранично допустимих рівнів випромінювання;
4. здійснити картографічне моделювання розподілу ЕМВ на центральних вулицях м. Харків.

4. План роботи:

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Огляд літературних джерел з тематики характеристики електромагнітного поля на санітарне екологічне навантаження .
2	Аналіз впливу електромагнітного поля на людину .
3	Встановлення алгоритму проведення вимірювань.
4	Обґрунтування методів та відбір методик проведення дослідження.
5	Оцінка рівнів електромагнітного випромінювання від побутових електроприладів в різних приміщеннях та різних районах міста Харків.
6	Дослідження статистичних даних захворюваності населення в умовах впливу електромагнітного випромінювання.
7	Створення рекомендацій щодо зниження електромагнітного випромінювання.
8	Формування загальних висновків кваліфікаційної роботи.
9	Оформлення списку літературних джерел згідно вимог норм контролю.
10	Підготовка тексту роботи до проходження норм контролю.

5. Дата видачі завдання 28 травня 2019 року

Студентка

_____ **Маматченко К. А.**
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник роботи

_____ **доцент Лісняк А. А.**
(підпис) (ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ МІСТА ХАРКІВ

Маматченко К. А.

Занепокоєння населення міста, щодо негативного впливу електромагнітного випромінювання на здоров'я посилюється із впливом науково-технічного прогресу, який призводить до збільшення кількості джерел електромагнітних полів. У зв'язку з цим потрібні незалежні оцінки рівнів створюваного випромінювання із проведенням замірів у конкретних умовах міської забудови.

Метою роботи є виявлення і дослідження ступеня електромагнітного випромінювання від різних джерел в різних умовах міської забудови, і з'ясувати, чи не перевищує воно допустимі нормативи.

В результаті дослідження проаналізовано сучасні відомості щодо розповсюдження електромагнітних полів та їх потенційного негативного впливу, подано результати власних вимірювань електромагнітного випромінювання в центральній частині міста, в помешканнях, наведено відповідні картографічні матеріали. Визначено перевищення гранично допустимого рівня напруженості електричної та магнітної складових, а також густини потоку енергії електромагнітного поля в розрізі їх максимальних та середніх значень на 4 тест-полігонах урбанізованої території м. Харків. Також визначено залежність певних захворювань від електромагнітного поля.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ, БАЗОВІ СТАНЦІЇ, ДОПУСТИМІ РІВНІ ВИПРОМІНЮВАННЯ, ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ВИПРОМІНЮВАННЯ.

ANNOTATION

RESEARCH OF ELECTROMAGNETIC RADIATION IN THE CENTRAL PART OF THE CITY OF KHARKOV

MAMATCHENKO K. A.

Concerns about the negative effects of electromagnetic radiation on health in the city's population are intensified with the influx of scientific and technological progress sources of electromagnetic fields. According to this there is a need of independent rate of produced radiation level with taking measures with specific conditions of urban development.

The aim of the work is to identify and study the degree of electromagnetic radiation of urban areas and permissible standards.

The research results analyzed modern information about the distribution of electromagnetic fields and their potential negative effects, described the results of our own measurements of electromagnetic radiation in the central part of the city, indoors, appropriate cartographic materials are available. Defined increasing of the allowed limit level and magnetic components, and also density of energy flow their maximum and minimum value on the 4 tests – urbanized landfill of the city of Kharkiv. Also the dependence of the certain diseases from electromagnetic field was defined.

ELECTROMAGNETIC RADIATION, BASE STATIONS, PERMISSIBLE RADIATION LEVELS, INSTRUMENTAL MEASUREMENTS.

АННОТАЦИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ХАРЬКОВА

МАМАТЧЕНКО Е. А.

Беспокойство населения города, относительно негативного влияния электромагнитного излучения на здоровье усиливается с наплывом научно-технического прогресса, который приводит к увеличению количества источников электромагнитных полей. В связи с этим нужны независимые оценки уровней создаваемого излучения с проведением замеров в конкретных условиях городской застройки.

Целью работы является выявление и исследование степени загрязнения электромагнитным излучением от различных источников в разных условиях городской застройки, и выяснить, не превышает оно допустимые нормативы.

В результате исследования проанализированы современные сведения о распространении электромагнитных полей и их потенциального негативного воздействия, представлены результаты собственных измерений электромагнитного загрязнения в центральной части города, в помещениях, приведены соответствующие картографические материалы. Определены превышение предельно допустимого уровня напряженности электрической и магнитной составляющих, а также плотности потока энергии электромагнитного поля в разрезе их максимальных и средних значений на 4 тест-полигонах урбанизированной территории м.Харків. Также определена зависимость определенных заболеваний от электромагнитного поля.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЯ, БАЗОВЫЕ ДАННЫЕ, ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ИЗЛУЧЕНИЯ, ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА САНІТАРНО-ЕКОЛОГІЧНЕ НОРМУВАННЯ.....	11
1.1 Загальні характеристики джерел електромагнітного випромінювання.....	11
1.2 Вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я населення..	15
1.3 Санітарно-екологічні нормативи до електромагнітних джерел ви – промінювання.....	19
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	21
2.1 Алгоритм проведення вимірювань.....	21
2.2 Методика картографічного моделювання.....	23
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	26
3.1. Оцінка рівнів електромагнітного випромінювання від побутових електроприладів в різних приміщеннях.....	26
3.2. Оцінка рівнів електромагнітного випромінювання в центральній частині міста Харків.....	31
3.3 Дослідження статистичних даних захворюваності населення в умовах впливу електромагнітного випромінювання.....	35
3.4. Рекомендації щодо зниження електромагнітного випромінювання.....	44
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48
ДОДАТОК	50

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЕМП – електромагнітне поле

ЕМВ – електромагнітне випромінювання

ЕМЗ – електромагнітне забруднення

БС – базові станції

МРТ – мобільні радіотелефони

ГДР – гранично допустимий рівень

ГДК – гранично допустима концентрація

ГІС – геоінформаційні системи

ЛЕП – лінії електропередач

УВЧ – ультрависокі частоти

НВЧ – надвисокі частоти

УЧН – Укрчастотнагляд

РЧ – радіочастота

ВСТУП

Актуальність вибраної теми зумовлює занепокоєння щодо можливого негативного впливу електромагнітного випромінювання на здоров'я населення міста Харків, яке посилюється із пливом науково-технічного прогресу. Це призводить до збільшення кількості джерел електромагнітних полів, а також пом'якшенням раніше існуючих санітарно-екологічних нормативів. Для кращої обізнаності з цього питання необхідні незалежні оцінки, що ґрунтуються на вимірюваннях рівнів електромагнітних випромінювань у реальних умовах міської забудови. Мешканці повинні бути проінформовані про ступінь, характер джерел електромагнітного випромінювання, дані про характер і рівень електромагнітного випромінювання краще представляти у вигляді карти випромінювання території.

Отже, **метою** нашої роботи було виявити ступінь електромагнітного випромінювання від різних джерел у різних умовах міської забудови, та оцінити його по відношенню до діючих нормативів.

Об'єктом дослідження є електромагнітні поля та густина потоку їх енергії в помешканнях та на центральних вулицях міста Харків, а **предметом дослідження** є показники електромагнітного випромінювання у просторі та часі, їх сила та вплив на населення міста. Можна припустити, що багато часовий вплив електромагнітного поля несе негативний вплив на здоров'я людей. Він може проявлятися у різних симптомах, наприклад: головна біль, підвищення або зниження артеріального тиску. Усі ці симптоми можуть призвести до розвитку певних захворювань.

Відповідно до мети були поставлені та вирішувались такі **завдання**:

- опрацювати існуючі літературні дослідження з питань їх впливу на організм людини;
- провести вимірювання рівня електромагнітного випромінювання (ЕМВ) від різних його джерел, зафіксувати максимальні та мінімальні рівні ЕМВ;
- виявити ділянки існуючих чи потенційних перевищень гранично допустимих рівнів випромінювання;

– здійснити картографічне моделювання розподілу ЕМВ на центральних вулицях м. Харків.

При написанні роботи використані такі **методи дослідження**, як опрацювання літературних джерел, інструментальні вимірювання, математико-статистична обробка даних, картографічного моделювання.

Етапи проведення дослідження:

- 1) вивчення літературних джерел за темою дослідження;
- 2) проведення замірів ЕМВ в помешканнях та на центральних вулицях м. Харків;
- 3) обробка даних;
- 4) аналіз отриманих даних та здійснення картографічного моделювання розподілу ЕМВ на досліджуваній території.

В основу написання роботи взято матеріали наукової літератури, інтернет-ресурси, державні документи з охорони довкілля України, та особисті спостереження.

Наукова новизна одержаних результатів:

- побудовано електронні картосхеми розподілу ЕМВ у центральній частині міста Харків;
- вперше шляхом математичного моделювання встановлено зв'язки між параметрами електромагнітного поля радіочастотного діапазону та різними захворюваннями населення.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання результатів теоретичних та практичних досліджень дипломної роботи санітарно-епідеміологічними станціями, що контролюють рівень електромагнітного випромінювання навколишнього середовища, зокрема на урбанізованих територіях. Реалізація стратегії впливу ЕМП радіочастотного діапазону на соціальну складову екологічної безпеки певних районів міста Харків дасть можливість знизити антропогенний вплив на довкілля та зменшити ризик негативного впливу ЕМП техногенного походження на соціальну складову екологічної безпеки.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА САНІТАРНО-ЕКОЛОГІЧНЕ НОРМУВАННЯ

1.1. Загальні характеристики джерел електромагнітного випромінювання

Науково-технічний прогрес призвів до прискорення соціально-економічного розвитку суспільства, в тому числі і до покращення умов праці і побуту. Але іноді приховує в собі потенційну небезпеку впливу шкідливих для організму людини чинників у зв'язку зі збільшенням їх інтенсивності та розповсюженості. Забезпечення електромагнітної безпеки населення при впливі електромагнітних полів складає значну проблему в зв'язку з електромагнітним забрудненням довкілля.

Електромагнітне забруднення – це сукупність електромагнітних полів, різноманітних частот, що негативно впливають на людину. Деякі дослідники називають електромагнітний смог, що виник і сформувався за останні 60-70 років, одним з найпотужніших чинників, що негативно впливають на людину на сьогоднішній момент. Це пояснюється фактично цілодобовим його впливом і стрімким зростанням. Дехто говорить навіть про перехід людства в нову еру інформаційного суспільства, ядром якої є технології та прилади, які випромінюють електромагнітні хвилі [1, 2]. Електромагнітне забруднення залежить в основному від потужності і частоти випромінюваного сигналу.

Електромагнітне поле (ЕМП) – це поле, яке описує електромагнітну взаємодію між фізичними тілами. Електромагнітне поле, як і речовина характеризується енергією, масою й імпульсом. Електромагнітні хвилі низької частоти називаються «електромагнітними полями», а дуже високої частоти – «електромагнітними випромінюваннями».

За останні десятиріччя обладнаність житлових приміщень електронним обладнанням значно зросла. Впровадження все більшої кількості електричних та електронних приладів і пристроїв привело до зростання напруженості

електромагнітних полів (ЕМП) і зумовило такі негативні явища, як «електромагнітний смог», «електромагнітне забруднення середовища», «магнітна павутина», які, по суті, є новими факторами впливу для організму людини [3]. Оскільки поява істотного електромагнітного навантаження антропогенних джерел відбулося порівняно нещодавно, у другій половині XX століття, вплив даного чинника є незвичним для сучасної людини.

Відомо що вивчення дії ЕМП на організм людини має вирішальне значення при вивченні питань гігієнічних нормувань. Нові технології різко змінили біотехнологічне середовище наблизив до людини джерела ЕМП (персональні комп'ютери, мобільні телефони, WI-Fi технології, планшети). ЕМП які впливають на користувачів ПК характеризуються складною структурою, на людину одночасно впливають електростатичне поле та ЕМП широко діапазону частот. До сьогодні чітко невизначені принципи оцінки впливу граничної дії ЕМП. Але достеменно відомо що фізіологічне обґрунтування припустимих рівнів впливу шкідливих чинників повинне базуватися на фізіологічних критеріях.

Електромагнітне випромінювання (англійською electromagnetic radiation) – взаємопов'язані коливання електричного (E) і магнітного (H) полів, що утворюють електромагнітне поле а також, процес утворення вільного електромагнітного поля за нерівномірного руху та взаємодії електричних зарядів. Розповсюдження випромінення здійснюється за допомогою електромагнітних хвиль. Електромагнітні хвилі, випромінюються зарядженими частинками, атомами, молекулами, антенами та іншими випромінювальними системами. Електромагнітне випромінювання являє собою потік фотонів, який лише за великої їх (фотонів) кількості, можна розглядати як неперервний процес [4, 5].

Електромагнітне випромінення (ЕМВ) у великих містах сьогодні досягло критичної межі. Масштаби ЕМВ стали настільки суттєвими, що Всесвітня організація охорони здоров'я додала цю проблему до переліку найбільш актуальних проблем людства. ЕМВ подібно до радіації немає а ні смаку, а ні

запаху. Але людина стикається з ним кожного дня вмикаючи електроприлади, без яких зараз складно уявити комфортне життя. Чим комфортніше наше життя тим більше в ньому електроприладів. В індустріальному суспільстві 98 % користуються електропобутовими приладами, а 2 % населення, не маючи їх, все одно оточені ними, це кожен електропровідник з перемінним струмом, чи дроти електромережі.

Особливо швидко підвищується рівень ЕМП біля ліній електропередач (ЛЕП), радіо-, телестанцій, засобів зв'язку (в тому числі супутниковий та стільниковий зв'язок), міського електротранспорту. З точки зору еволюційного процесу колосальне зростання напруженості ЕМП можна розглядати як одномоментний стрибок з невизначеними поки біологічними наслідками. Серед джерел, що випромінюють ЕМП в житлові квартири, особливе місце займають трансформаторні підстанції, будинкові розподільні щити електроживлення, кабелі електроживлення. Наявність їх можна визначити візуально, проте найбільш безпечну відстань можна визначити тільки за допомогою спеціальних приладів. Типова безпечна відстань – 1,5-5,0 метрів. Найбільший вплив на електромагнітну обстановку житлових приміщень в діапазоні промислової частоти 50 Гц створює електротехнічне обладнання будівлі, а саме кабельні лінії, що підводять електрику до всіх квартир і іншим споживачам системи життєзабезпечення будівлі, розподільні щити і трансформатори. У приміщеннях, суміжних з цими джерелами, зазвичай підвищений рівень магнітного поля промислової частоти. Рівень електричного поля промислової частоти при цьому зазвичай невисокий і не перевищує ГДР для населення 500 В/м. Про негативний вплив на людину електромагнітних випромінювань (ЕМВ) вчені знали давно. Дія ЕМВ посилюється довготривалим впливом: цілодобово і протягом ряду років, що, як правило, призводить до передозування ЕМВ і трагічних наслідків.

З точки зору екологічної безпеки, електромагнітні поля створювані елементами енергосистем набагато небезпечніші, так як ЛЕП і трансформаторні підстанції розташовуються безпосередньо на території міста, в тому числі житлових масивах. Електромагнітні поля промислових частот, створювані

енергетичним обладнанням, вносять суттєвий, а часто і вирішальний внесок в загальну електромагнітну картину міста. Зростаюча роль у формуванні антропогенного навантаження належить ЕМП, що створюються основними елементами системи стільникового зв'язку: базові станції (БС) і мобільні радіотелефони (МРТ). Базові станції підтримують радіозв'язок з мобільними радіотелефонами, внаслідок чого БС і МРТ є джерелами електромагнітного випромінювання в УВЧ діапазоні. Залежно від стандарту, БС випромінюють електромагнітну енергію в діапазоні частот від 463 до 1880 МГц. Питання про вплив випромінювання МРТ на організм користувача до сьогодні залишається відкритим. Численні дослідження, проведені вченими різних країн на біологічних об'єктах (в тому числі, на добровольцях), привели до неоднозначних, іноді суперечливих, результатів. Незаперечним залишається лише той факт, що організм людини «відгукується» на наявність випромінювання стільникового телефону. Широко розповсюдженими джерелами ЕМП в населених місцях нині є радіотехнічні передавальні центри (РТПЦ), які випромінюють в навколишнє середовище ультракороткі хвилі НВЧ і УВЧ-діапазонів.

Результати вітчизняних і закордонних досліджень чітко свідчать про високу біологічну активність ЕМП. При відносно високих рівнях ЕМП, сучасна теорія визнає тепловий (речовинний) механізм впливу [6]. Механізми впливу ЕМП в цьому випадку ще вкрай мало вивчені. Вплив нової для людського організму техногенної інформації, вноситься впливом ЕМП, може призводити до активної дезорієнтації органів і систем організму, оскільки нерідко частоти цього хвильового впливу близькі до природних частотам електромагнітних випромінювань (ЕМВ) тіла людини [7]. Найбільш чутливими до впливу ЕМП є нервова, імунна, ендокринна і статеві системи організму. Біологічний ефект ЕМП в умовах багаторічного впливу накопичується, в результаті можливий розвиток віддалених наслідків, таких як дегенеративні процеси центральної нервової системи, рак крові (лейкоз), пухлини мозку, гормональні захворювання [8].

В умовах житлового середовища людина піддається впливу електромагнітних полів від багатьох джерел, які за своєю локалізації можуть поділятися на внутрішні (розташовані всередині приміщення - електропроводка, телевізори, комп'ютери, радіотелефони, телефони мобільного зв'язку, пылососи, холодильники, пральні машини, мікрохвильові печі, кухонні комбайни, електроплити) і зовнішні (розташовані поза будівлею високовольні лінії електропередачі, електротранспорт, трансформаторні підстанції, вежі стільникового зв'язку, передають радіотелемовні станції). Третя група електромагнітні випромінювання, що виникають в результаті різних аварій і пошкоджень [9].

У житлових приміщеннях в залежності від числа і потужності включених побутових приладів, схеми пристрою електропроводки напруженість поля може змінюватися в широких межах. Суттєво, додаткове навантаження від зовнішніх джерел можуть відчувати мешканці будинків, розташованих поблизу ліній електропередач, залізниць, трансформаторних підстанцій, радіотелевізійних передавальних станцій, об'єктів радіонавігації, космічних ретрансляторів [2, 5].

1.2. Вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я населення

Чимало вчених, як вітчизняних, так і зарубіжних, вивчали (переважно експериментально) вплив ЕМП на живий організм. Результати впливу ЕМВ на організм людей та тварин, що наведені в літературі, є дуже неоднорідними та суперечливими.

Електромагнітні поля негативно впливають на організм людини, яка безпосередньо працює з джерелом випромінювання, а також на населення, яке мешкає поблизу таких джерел. На теперішній час, за даними екологів і лікарів-гігієністів, відомо, що всі діапазони електромагнітного випромінювання впливають на здоров'я і працеспроможність людей, окрім того, мають віддалені наслідки. Людина не здатна фізично відчувати електромагнітне поле, що її оточує, проте воно викликає зменшення її адаптивних резервів, зниження

імунітету, розвивається синдром хронічної втоми, збільшується ризик захворювань.

Змінне електричне поле викликає нагрівання тканин живих організмів, як за рахунок змінної поляризації діелектрика (суглобів, хрящів, кісток) так і за рахунок виникнення струмів провідності. Тепловий ефект є наслідком поглинання енергії електромагнітного поля. Внаслідок переходу електромагнітної енергії в теплову при дії ЕМП спостерігається підвищення температури тіла та селективне нагрівання органів і тканин організму. Найбільш чутливими до перегрівання є органи зору, мозок, нирки, жовчний і сечовий міхур. Встановлено наявність прямої дії електромагнітного поля на клітини мозку, мембрани нейронів, пам'ять, умовно-рефлекторну діяльність. В модельних експериментах показана можливість впливу слабких електромагнітних полів на процеси синтезу в нервових клітинах. На теперішній час накопичено достатньо даних, що вказують на те, що при впливі електромагнітного поля порушуються процеси імуногенезу. Кількість осіб, які контактують із надмірними рівнями енергії ЕМП, постійно зростає. Проблема полягає в зростанні їх інтенсивності та зміні характеру випромінювання. Встановлено, що під впливом слабких ЕМП в організмі людини змінюється амплітуда та фаза ритмів біологічних показників. Як відомо, десинхроноз є загальною ознакою розладнання здоров'я на початкових етапах. Особливо небезпечною є дія електромагнітних випромінювань на дітей, підлітків, вагітних жінок та осіб з послабленим здоров'ям.

Всесвітня організація охорони здоров'я засвідчує, що малі дози ЕМВ, які наявні при використанні мобільного зв'язку, не шкодять людському організму.

Але результати окремих досліджень показали, що випромінювання цих діапазонів може спричиняти підвищену втомленість, прогалини в пам'яті, головний біль, зниження концентрації уваги та працездатності, а в окремих осіб з підвищеною чутливістю – серцево-судинні розлади і передчасне старіння [10].

Дія електромагнітних хвиль залежить від інтенсивності джерела, тривалості опромінення, довжини хвиль, характеру випромінювання та режиму опромінення. Основою функціонування організму є дуже слабкі біоелектричні

струми, що синхронізують природні біологічні режими. Штучні ЕМП якщо співпадають з частотами біологічних ритмів мозку або біоелектричною активністю серця чи інших органів людини можуть призвести до десинхронізації функціональних процесів в організмі.

Численні експериментальні дані свідчать про високу біологічну активність електромагнітних випромінювань (ЕМВ) в усіх частотних діапазонах. Вона значно перевищує природний рівень, що встановився в процесі розвитку біосистем і обумовлений впливом природних випромінювань. Всі діапазони техногенних електромагнітних випромінювань інтенсивно впливають на здоров'я людей і стан природного середовища. Високий ступінь їх небезпеки посилюється тим, що наслідки можуть проявлятися протягом досить тривалого часу і негативно впливати на стан імунної та генетичної стійкості поколінь. Магнітна складова електромагнітного випромінювання має високий ступінь небезпеки для здоров'я людини [11].

Значну увагу дослідженню електромагнітних полів на території великих міст України приділяє Думанський В. Ю. [12], Адаменко О. М. [3], Семчук Я. М., Мердуха І. І. [13], які встановили, що на даний час ЕМП антропогенного походження суттєво перевищують природний фон і є несприятливим чинником, вплив якого на людину зростає. А джерелами, що генерують ЕМП антропогенного походження, є телевізійні та радіотрансляційні станції, високовольтні лінії електропередач, установки для радіолокації та радіонавігації, промислові установки височастотного нагрівання, пристрої, що забезпечують мобільний телефонний зв'язок, трансформатори тощо. При цьому, нормативний рівень густини потужності ЕМП в Україні, встановлений у наказі МОЗ України № 266 від 13.03.2017 року «Про затвердження Змін до Державних санітарних норм і правил захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» складає 10 мкВт/см^2 [14], що в більшій мірі перевищено даними джерелами ЕМП.

Крушевський Ю. В., Кравцов Ю. І. та Бородай Я. О. у 2008 року досліджували вплив електромагнітного випромінювання пристроїв стільникового зв'яз-

ку на людину. Через оцінювання густини потоку електромагнітного випромінювання мобільного телефону, були надані рекомендації щодо допустимої тривалості розмов по телефону.

Проводилися дослідження на замовлення Norwegian Radiation Protection Board, Національним інститутом «Робоче життя», а також SINTEF Unimed, щодо впливу випромінювання на молодих людей. Аналіз показав, наявність скарг на погіршення самопочуття, неприємне розігрівання в області голови, біля вуха. На найбільший ризик наражаються молоді люди. (Вплив електромагнітного випромінювання пристроїв стільникового зв'язку на людину 2008 року).

Галетич І. К., Решетченко А. І. та Бекетов В. Є. проводили аналіз впливу електромагнітних полів на стан селітебних територій. Проведено аналіз впливу комплексного фізичного забруднення селітебних територій, факторів і негативних наслідків впливу ЕМП на природні об'єкти і населення урбанізованих територій. Висновком даної роботи є те, що ЕМП викликають в живих організмах комплекс різноманітних ефектів, що залежать від інтенсивності та часу дії, тому важливий постійний контроль такого забруднення довкілля [5].

Остапенко О. О. провів роботу на тему «Дослідження електромагнітного забруднення міста Вінниця». В ході роботи було створено таблицю із захворюваністю населення, що проживає під впливом електромагнітного випромінювання. Проаналізувавши можна сказати, що випромінювання найбільш згубно впливає на органи дихання, систему кровообігу та органи травлення. Також було створено карту, яка відображає результати вимірів напруженості на місцевості. Отож, найбільш електромагнітного навантаження зазнають вінничани, які мешкають на центральних густонаселених районах міста, унаслідок підвищеної концентрації розміщення базових станцій стільникового зв'язку в центральній частині міста [15].

1.3. Санітарно-екологічні нормативи до електромагнітних джерел випромінювання

Електромагнітне випромінювання довкілля потребує гігієнічного нормування. Міжнародні керівні принципи по допустимих рівнях дії були розроблені Міжнародною комісією по захисту від неіонізуючої радіації (ICMCR, 1998 року) і Інститутом інженерів по електротехніці і радіоелектроніці (2005 року) з метою захисту від встановлених дій РЧ полів.

Відповідно до діючого наказу Міністерства охорони здоров'я, електромагнітні випромінювання включено до переліку несприятливих виробничих факторів, при роботі з якими обов'язковими є попередні й періодичні медичні огляди з метою попередження професійних захворювань. У наказі передбачено всі види робіт із джерелами електромагнітної енергії різних діапазонів (електричні й магнітні поля радіочастот) та всі види робіт із джерелами постійних електричних та магнітних полів.

Для попередження негативного впливу на населення електромагнітного випромінювання МОЗ України введені в дію «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання», № 239-96 [9], якими передбачені вимоги щодо розміщення та експлуатації радіотехнічних об'єктів. Цим документом допускається розміщення базових станцій та їх антен на дахах житлових, громадських та інших будинків за умови, що рівень електромагнітного випромінювання на території населених місць, у приміщеннях житлових, громадських будинків, лікувально – профілактичних, оздоровчих, дитячих дошкільних, шкільних закладів, у будинках інвалідів, на дитячих і спортивних майданчиках не перевищуватиме відповідних гігієнічних нормативів.

З метою запобігання негативному впливу електромагнітних випромінювань на населення встановлені диференційовані за частотою гігієнічні нормативи. В діапазоні частот 3003000 МГц, який використовується в

системі стільникового мобільного зв'язку, був встановлений для населення гігієнічний норматив – $2,5 \text{ мкВт/см}^2$.

Однак у 2017 році, у зв'язку із широким впровадженням мереж четвертого покоління, цей норматив був змінений на 10 мкВт/см^2 .

Відстань базових станцій від житлових, громадських лікувально-профілактичних будівель, шкіл та дитячих садочків установлюється індивідуально на основі теоретичного розрахунку розподілу рівнів електромагнітного випромінювання у навколишньому просторі для кожного конкретного випадку.

Дозвіл на установку базової станції дає Укрчастотнагляд на підставі заявки оператора зв'язку, що здійснює свою діяльність на підставі ліцензії, яка видається Національною комісією з питань зв'язку України. Перед видачею дозволу УЧН проводить попереднє вивчення проектної документації радіотехнічного об'єкту, сертифікатів на обладнання, проводить аналіз електромагнітної сумісності. Крім того, УЧН проводить постійний моніторинг об'єктів на предмет виявлення порушень: станцій, що введені в експлуатацію, без наявності належних погоджень. При цьому на базову станцію обов'язково оформляється санітарний паспорт з розрахунками норм по випромінюванню. Введення в експлуатацію базової станції мобільного стільникового зв'язку здійснюється лише після отримання позитивного висновку органів санітарно-епідеміологічної служби.

Як бачимо, екологічне нормування у галузі ЕМВ в Україні є жорсткішим ніж в сусідніх країнах, а ретельне дотримання його вимог і правил дозволяє уникнути негативних впливів. Втім, постійне розширення мобільних мереж, встановлення нових базових станцій, вимагають постійного санітарно-екологічного контролю.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Алгоритм проведення вимірювань

Основні результати нашої роботи отримані в ході власних польових досліджень та інструментальних вимірювань, проведених осінню 2019 року на території центральної частини м. Харків. За змістом виконання робіт, оперативності і методами роботи стандартний моніторинг[16]. Вимірювання напруженості магнітного поля і щільності електромагнітного випромінювання проводили відповідно до державних стандартів.

Для вимірювань електромагнітного випромінювання ми використовували тестери електромагнітних полів Kailishen BR 9A (аналог більш поширеної моделі Tenmars- 5) і DT-113 (рис. 2.1).



Рис. 2.1 – Тестери електромагнітних полів Kailishen BR-9A і DT-113

Тестер Kailishen BR- 9A має режими безперервного відображення поточних значень, усереднених значень, а також фіксації максимальних показників.

Прилад вимірює напруженість електричного (В/м) та магнітного (А/м) поля, а також густину потоку енергії (мкВт/см^2) у діапазоні частот від 50МГц до 3,5 ГГц. Функціонування мобільних мереж на досліджуваній території забезпечується технологічними стандартами зв'язку на частотах від 800 до 2450 МГц. Оскільки раніше в таких діапазонах величина випромінювання оцінювалась

лише як густина потоку енергії, усі результати замірів наведені у мкВт/см^2 . Вимірювання рівнів електромагнітного випромінювання проводилося у кожній точці дослідження не менше трьох разів замірювання із занесенням у журнал найбільшого із зареєстрованих значень.

Основна частина дослідження полягала у визначенні електромагнітного фону, створюваного стаціонарними джерелами, найпоширенішими з яких власне є побутові прилади та базові станції стільникового зв'язку різних поколінь (2G, 3G, а віднедавна – і 4G).

Дослідження проводили за таким алгоритмом:

1) визначення електромагнітного випромінювання, створюваного побутовими приладами в приміщеннях (комп'ютерні класи ліцею 89, квартира і виробниче приміщення лабораторії ХНУ імені В. Н. Каразіна);

2) визначення електромагнітного випромінювання на вулицях міста, вибір конкретної ділянки місцевості навколо певної базової станції (чи кількох з них). В першу чергу обирались ділянки густонаселених мікрорайонів (центральна частина міста);

3) підбір за картами/знімками маршрутів і точок майбутніх вимірювань на вибраній ділянці. При цьому намагались підібрати по 3 маршрути урізних напрямках від джерела. Очевидно, що в умовах міської забудови це не завжди реально, іноді маршрути прокладались вздовж доріг у наближених до секторів напрямках (рис. 2.2);

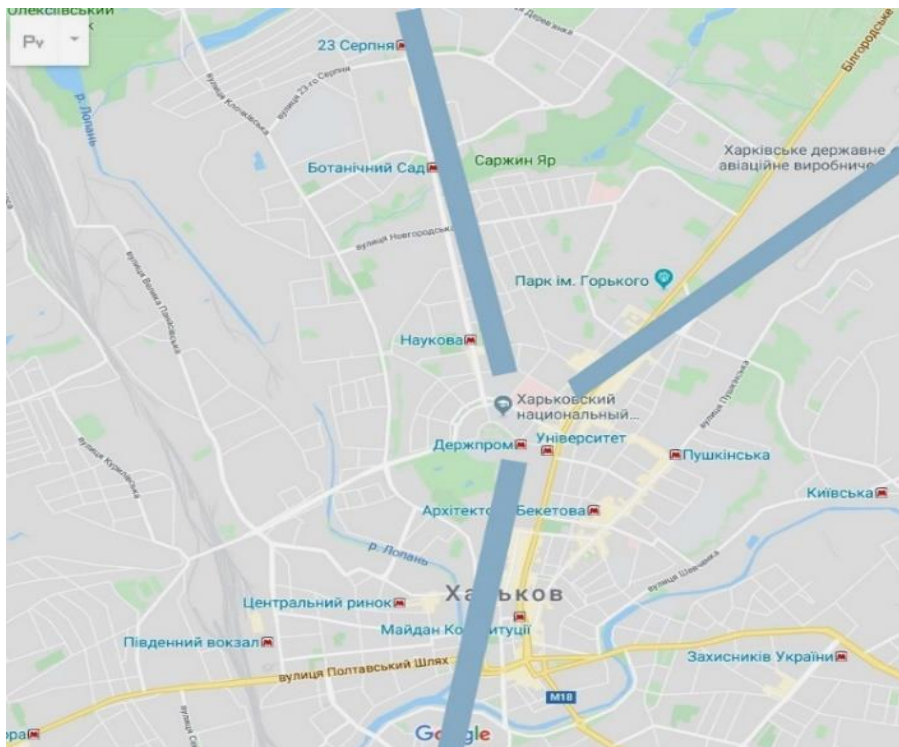


Рис. 2.2 – Схематичне позначення маршрутів для вимірювань

Чотири ділянки математико картографічного моделювання просторового розподілу електромагнітного випромінювання у дослідженій частині міста Харків.

2.2. Методика картографічного моделювання

Для моделювання просторового поширення електромагнітного випромінювання ми використовували програми Google Earth і MapInfo.

Для початку визначали на карті точки і маршрути для обстеження навколо конкретної базової станції. У програмі Google Earth проставляли ці точки маркерами (рис. 2.3).

Після здійснення вимірювань отримані значення записували у відповідну відомість замірів, а потім ці ж значення прив'язували до відповідних точок.

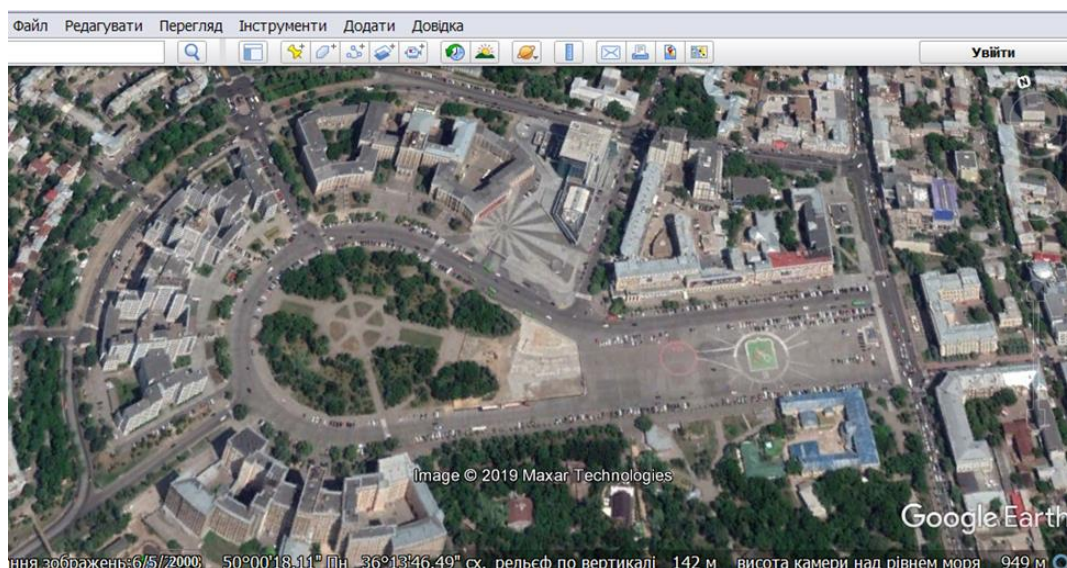


Рис. 2.3 – Приклад маршруту вимірювання у центральній частині м. Харків

У MapInfo оцифрували повністю карту міста Харків (рис.2.4), і зробили пошарово вулиці, річки, будинки, кордони районів міста, зелені насадження тощо. Після цього у MapInfo створили базову карту (Base Map), завантажуючи попередньо сформоване зображення із Google Earth. Далі оцифрували координати точок для подальшого створення карт – Map-Digitize. При цьому при кліку на кожну точку у новий файл автоматично записуються її координати.

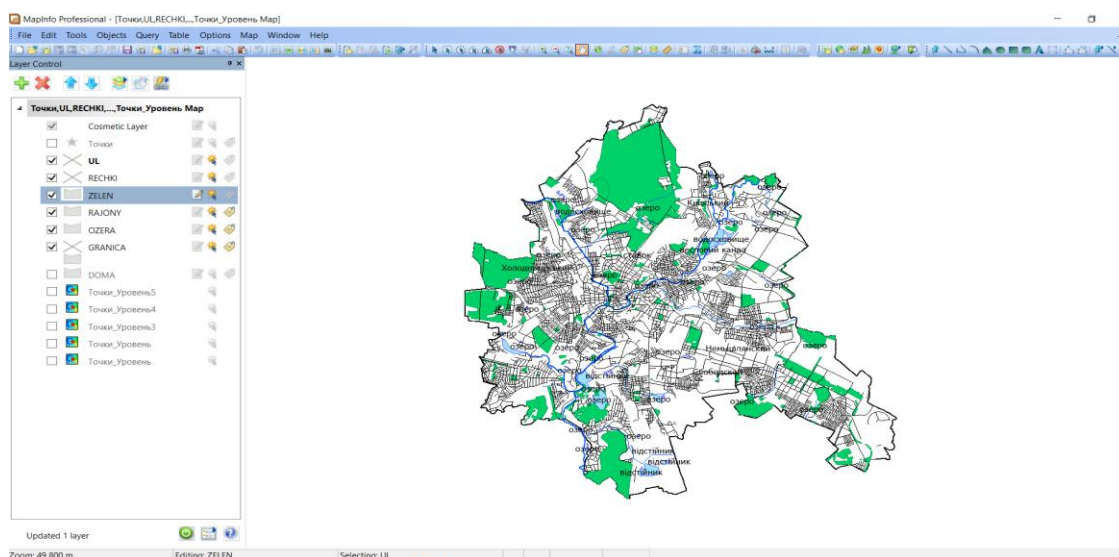


Рис. 2.4 – Відцифрована карта м. Харків у MapInfo

Наступний крок – внесення даних про рівні ЕМВ у кожній із цих точок.

Відкриваємо збережений файл у табличному процесорі MapInfo (схожий на MS Excel), і навпроти кожного набору координат вписуємо відповідне значення рівня електромагнітного випромінювання. Зберігаємо файл. Далі програма має проінтерполювати отримані дані для побудови адекватної просторової моделі. Способів інтерполяції є десятки, і в різних ситуаціях потрібно підбирати найбільш відповідний конкретному процесу чи явищу. У новому вікні обираємо діапазон значень координат, спосіб інтерполяції, та інші налаштування. Після натискання кнопки «Ок» програма генерує файл просторово модельованих значень. Із цього файлу вже можна легко створювати різні карти. Нам потрібна карта поєднана із способом кількісного фону. Для цього обираємо Map-New contour map, і вказуємо шлях до створеного грід-файлу. Програма генерує потрібне зображення, яке можна довільно налаштовувати за кольорами, відтінками, розмірами (рис. 2.5).

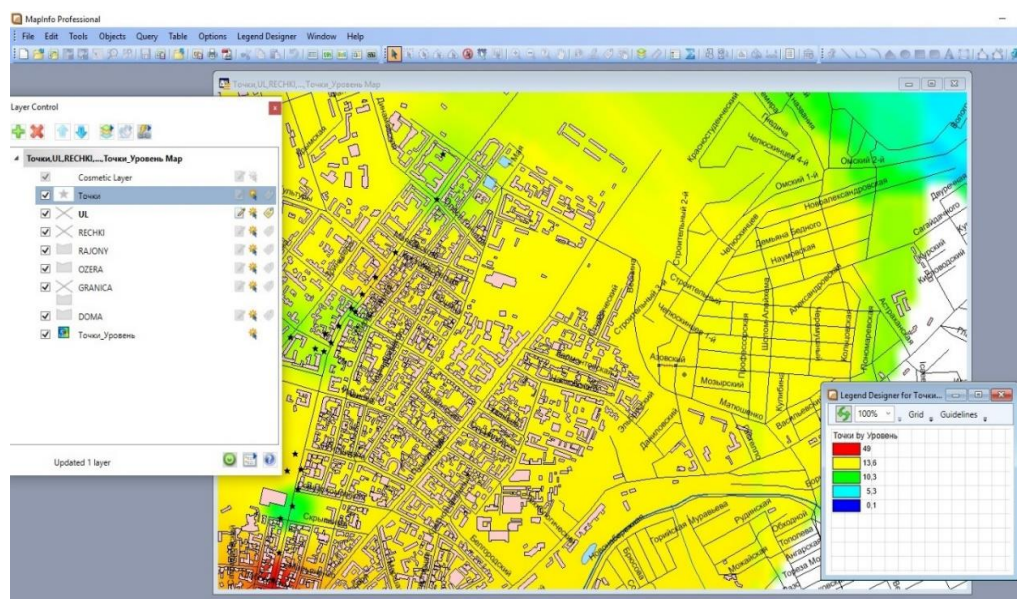


Рис. 2.5 – Інтерфейс вікна інтерполяції даних у MapInfo

Таким чином було побудовано карти розподілу рівнів ЕМВ для усіх досліджених ділянок.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Оцінка рівнів електромагнітного випромінювання від побутових електроприладів в різних приміщеннях

Основним показником, який ми вимірювали при дослідженні електромагнітних полів, є густина потоку енергії – фізична величина (W), яка характеризується кількістю енергії, що протікає за одиницю часу через одиницю площі, орієнтовану перпендикулярно до спрямованості потоку, і вимірюється у мкВт/см^2 (Вт/м^2).

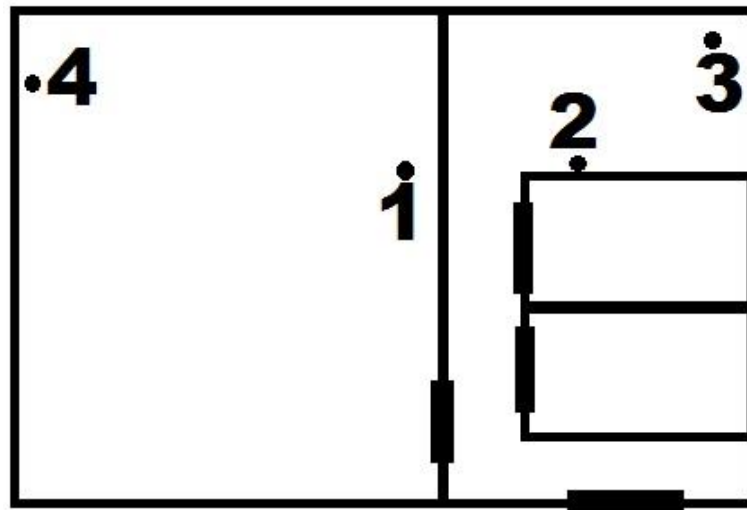
В містах рівні електромагнітних полів значно вищі ніж, наприклад, в умовах сільської селітебної території. Підвищення рівнів електромагнітно-го випромінювання там відбувається внаслідок практично безперервної роботи щільної мережі базових станцій стільникового зв'язку, телерадіостанцій та інших можливих джерел електромагнітного випромінювання. За даними Головного управління статистики в Харківській області [17], чисельність населення в м. Харків станом на 1 січня 2019 року становила 1 538 900 осіб, щільність населення – 4000 на 1 км^2 . Із збільшенням щільності населення, впливу електромагнітного випромінювання від одного джерела піддається значно більша частина населення, ніж, наприклад, в сільській місцевості, де відповідно показник щільності менший у десятки разів. Підвищена небезпека для здоров'я міських жителів виникає на рівні висоти багатоповерхівок, в яких протягом доби зосереджується більша кількість населення. На такій висоті складові електромагнітного поля часто можуть перевищувати допустимі норми.

Нами була проведена серія замірів рівня ЕМВ: в квартирі за адресою вул. Сумська 80, в виробничих умовах в лабораторії аналітичних екологічних досліджень Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна і в комп'ютерних класах 1 і 2 ліцею № 89.

Дослідження в квартирі показало (рис. 3.1), що рівень ЕМВ при всіх виключених електроприладах з електромережі знаходиться в межах норми, і

складає до 1 мкВт/см². При включенні побутових електричних приладів, в квартирі значно зростає рівень ЕМВ. Згідно дослідним даним, найбільшу небезпеку, як і передбачалося, виявляє мікрохвильова піч. В таблиці 3.1 представлені дані вимірювань щільності потоку енергії при роботі мікрохвильової печі на відстані 0,03 м від дверцят печі. Згідно з цими даними, мікрохвильова піч в момент своєї роботи створює ЕМВ щільністю потоку енергії в середньому 62 мкВт/см². Слід зазначити, що вимірювання проводилися при роботі не заземленої мікрохвильової печі, що відповідає реальній картині речей в більшості квартир і будинків.

Телевізори і холодильники на відстані 0,03 м створюють ЕМВ щільністю потоку енергії в середньому 5,31 мкВт/см² і 2,24 мкВт/см² відповідно, що нижче гранично допустимого рівня електромагнітного випромінювання, але при довготривалому їх впливі можлива шкода на здоров'я людини. Стаціонарні комп'ютери, планшети та ноутбуки не становлять особливої загрози, оскільки максимальний зафіксований рівень ЕМВ склав в середньому до 1 мкВт / см².



точка 1 – телевізор; точка 3 – холодильник;
точка 2 – мікрохвильова піч; точка 4 – комп'ютер стаціонарний

Рис. 3.1 – Рівні ЕМВ в квартирі за адресою вул. Сумська, буд. 80

Таблиця 3.1

Рівні щільності потоку енергії частоти електроприладів на відстані від 0,03 метрів до 1,00 метру

№	Назва приладу	Щільність потоку енергії, мкВт/см ²		
		на відстані 0,03 м	на відстані 0,50 м	на відстані 1,00 м
1	Планшет Asus ZenPad 10 Z300M	0,55	0	0
2	Телевізор LED Kivi 32hr55gu	5,31	0,22	0
3	Ноутбук Lenovo g580	0,86	0	0
4	Мобільний телефон Samsung A 750 (отримання дзвінка абонента)	26,82	2,37	0,01
5	Мобільний телефон Samsung A 750 (дзвінок іншому абоненту)	7,31	0,29	0
6	2 мобільні телефони Samsung A 750 (отримання дзвінка абонента)	41,49	4,86	0,03
7	2 мобільні телефони Samsung A 750 (дзвінок іншому абоненту)	22,61	1,82	0,01
8	Мікрохвильова піч LMW-2080E	62,28	47,53	0,62
9	Холодильник ACTIC ARXC 3020SBS	2,24	0,28	0
10	Комп'ютер стаціонарний	0,77	0	0

Найбільший інтерес для досліджень склало питання про шкоду мобільних телефонів. В результаті замірів рівня ЕМВ при дзвінку з мобільного телефону, на протязі 3-4 секунд в момент з'єднання, були отримані наступні результати. Середнє зафіксоване значення результатів вимірювання рівня ЕМВ при роботі одного мобільного телефону під час отримання ним виклику від іншого абонента склало 26,82 мкВт/см², від одного мобільного телефону в момент дзвінка іншому абоненту склало 7,31 мкВт/см². Результати рівня ЕМВ з вимірювання рівня ЕМВ від двох мобільних телефонів, розміщених на відстані 0,05 м один від одного, за умови, що вони одночасно отримують виклик від інших абонентів склав 46,49 мкВт /см², що в 4 рази перевищує гранично допустимий рівень, а при відправленні виклику – 22,61 мкВ /см².

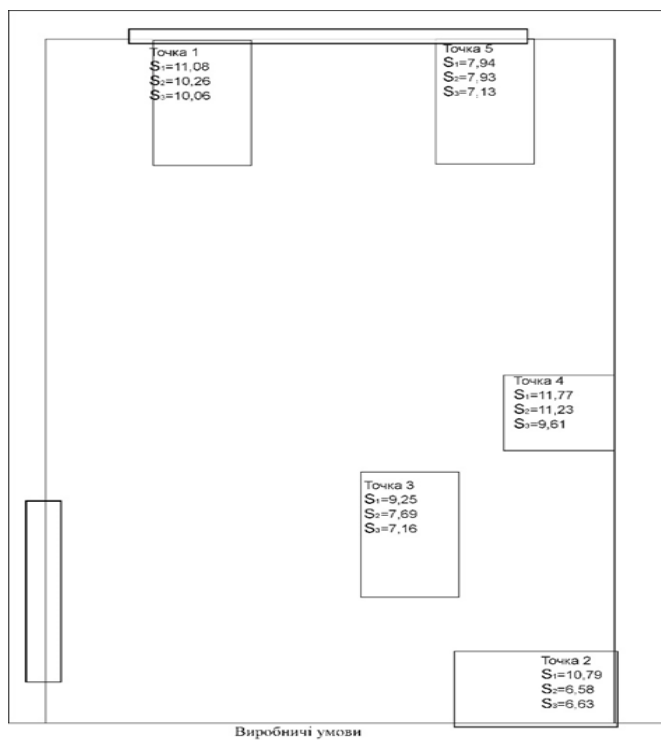
В Україні нормування рівня електромагнітного випромінювання від мобільних телефонів відсутнє і електромагнітне випромінювання від мобільних

телефонів підпадає під допустимий рівень 10 мкВт/см^2 , що є явним протиріччям і свідчить про те, що мобільний телефон є джерелом підвищеного рівня електромагнітних випромінювання, що перш за все говорить про лобювання інтересів виробників мобільних телефонів і мобільних операторів.

Дослідження в виробничому приміщенні (в лабораторії аналітичних екологічних досліджень Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна) показало, що рівень ЕМВ при всіх виключених електроприладах з електромережі наближається до нормативної межі, і складає $5\text{-}9 \text{ мкВт/см}^2$, що При включенні електричних приладів, в лабораторії значно зростає рівень ЕМВ (рис. 3.2). На рисунку представлені середні дані вимірювань щільності потоку енергії від електроприладів в лабораторії, що ймовірно пов'язано з тим, що об'єкт знаходиться поблизу джерела випромінювання електромагнітної енергії станції цифрового телебачення, що робить один з найбільших внесків у загальне електромагнітне випромінювання. Заміряні рівні ЕМВ в лабораторії становлять в межах або вище нормативної межі, і становлять для стаціонарних комп'ютерів $7\text{-}11 \text{ мкВт/см}^2$, для wi-fi – роутера – $9\text{-}11 \text{ мкВт/см}^2$, для точки з електрочайником – $6\text{-}10 \text{ мкВт/см}^2$.

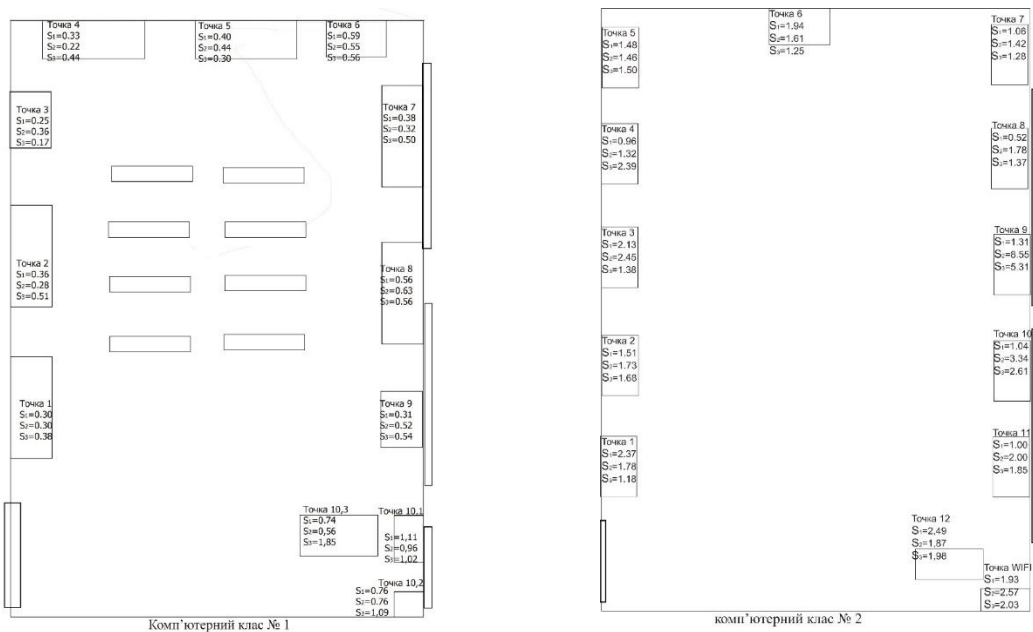
Дослідження в комп'ютерних класах 1 і 2 ліцею № 89 показало, що рівень ЕМВ при всіх виключених електроприладах в межах нормативних значень, і складає до 1 мкВт/см^2 , що є в нормі. При включенні електричних приладів, в комп'ютерних класах рівень ЕМВ незначно зростає (рис. 3.3).

На рисунку 3.3 представлені середні дані вимірювань щільності потоку енергії від комп'ютерів в класах, і встановлено, що рівні ЕМВ становлять для комп'ютерних класів не вище 2 мкВт/см^2 .



точка 1, 3, 5 – комп'ютери стаціонарні з офісною технікою; точка 2 – електрочайник;
точка 4 – wi-fi - роутер

Рис. 3.2 – Рівні ЕМВ в виробничих умовах за адресою
майдан Свободи, 4



точка 1-12 – комп'ютери стаціонарні

Рис. 3.3 – Рівні ЕМВ в комп'ютерних класах 1 і 2 ліцею № 89

3.2. Оцінка рівнів електромагнітного випромінювання в центральній частині міста Харків

Стаття 50 Конституції України закріплює право кожного на безпечне для життя і здоров'я довкілля. Однак, внаслідок дії великої кількості джерел електромагнітного поля, найбільшого електромагнітного навантаження зазнають харків'яни, які мешкають у центральних густонаселених районах міста, у наслідок підвищеної концентрації розміщення базових станцій стільникового зв'язку в центральній частині міста. Це пов'язано з тим, що основна частина населення м. Харків працює або проїжджає через центральну частину міста і для безперебійної роботи мобільних мереж потрібно встановлювати додаткові базові станції стільникового зв'язку.

В ході нашого дослідження було вибрано 4 ділянки навколо різних базових станцій у центральній частині міста, зокрема:

- 1) майдан Свободи – проспект Незалежності – вул. Сумська – вул. Римарська;
- 2) мікрорайон метро Бекетова – вул. Пушкінська – площа Поезії;
- 3) проспект Науки – мікрорайон метро Ботанічний сад – мікрорайон метро 23 Серпня;
- 4) Сокільники – Білгородське шосе – вул. Старошишківська.

Ділянка № 1. Вимірювання проводились поблизу площі Свободи та адміністративних і навчальних будівель. Перевищення ГДР виявлено у 39 точках за максимальним показником і у 22 – за середнім. Максимальні показники на висоті 2 м становлять: 18,680 мкВт/см² – перехрестя проспекту Науки і проспекту Незалежності; 14,24 мкВт/см² перехрестя вул. Р. Ролана і проспекту Незалежності; вул. Римарська – 11,40 мкВт/см²; вул. Сумська – 9,3 мкВт/см². Середні перевищення поверхневої густини потоку енергії поблизу будівлі Держпрому становлять 6,091 мкВт/см² (рис. 3.4).

Ділянка № 2. Вимірювання проводились в мікрорайоні поблизу метро Бекетова, на вулиці Пушкінська, площа Поезії. Перевищення ГДР виявлено у 52 точках за максимальним показником і у 29 – за середнім. Максимальні

показники на висоті 2 м становлять: 54,210 мкВт/см² – площа Поезії і до Бурсацького спуску; 25,48 мкВт/см² – вул.Пушкінська; 16,570 мкВт/см² – вул. Короленка і вул. Пушкінська; 8,54 мкВт/см² вул.Короленка. На цій ділянці досліджень відмічені максимальні значення густини потоку енергії в центральній частині міста, які перевищують в 5 разів нормативні значення (рис. 3.5).

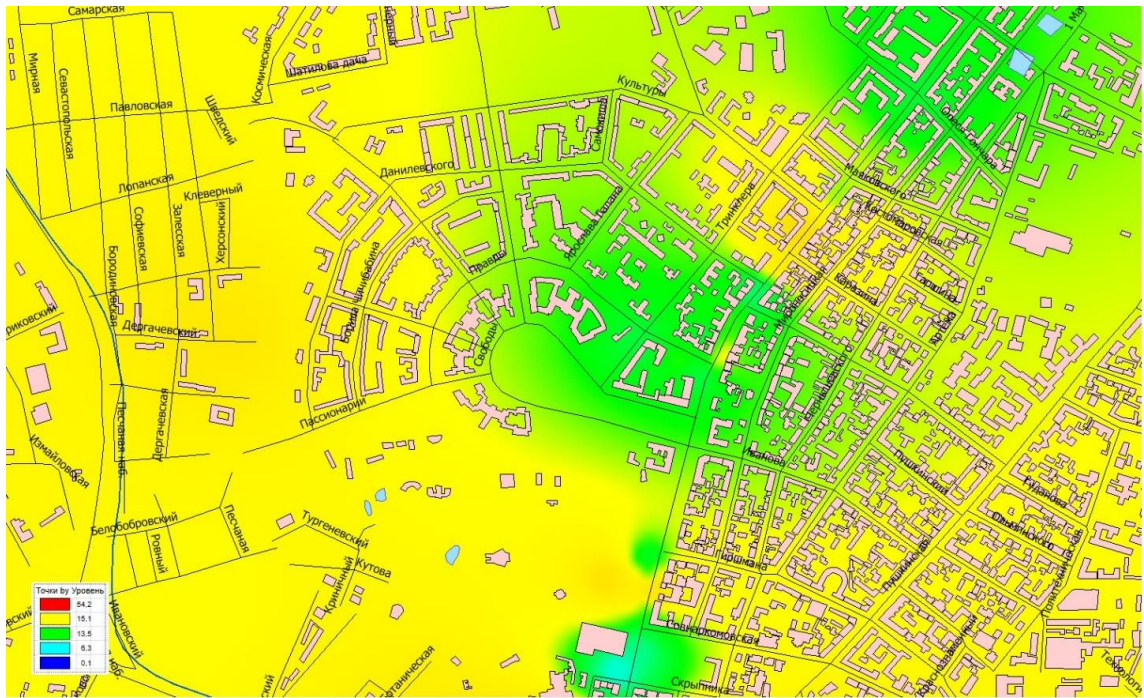


Рис.3.4 – Вимірювання ЕМВ на ділянці №1

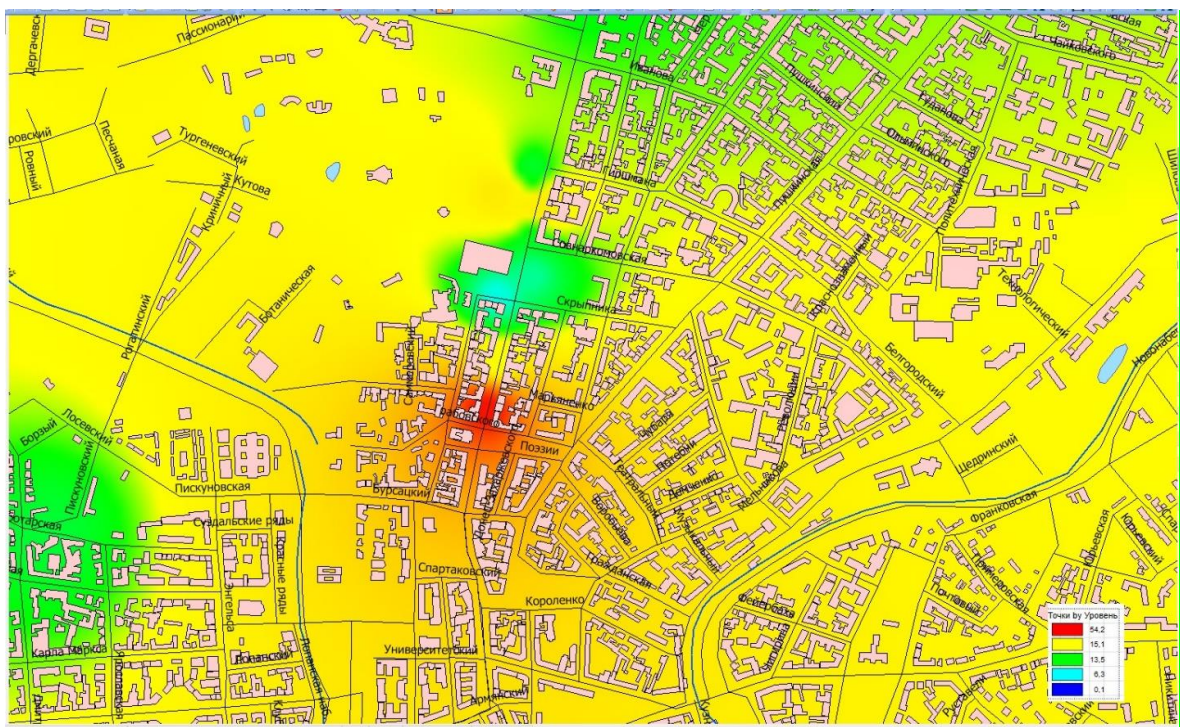


Рис. 3.5 – Вимірювання ЕМВ на ділянці №2

Ділянка № 3. Вимірювання проводились на проспекті Науки, мікрорайон метро Ботанічний сад, мікрорайон метро 23 Серпня. Перевищення ГДР виявлено у 17 точках за максимальним показником і у 11 – за середнім, у 23 точках перевищень не виявлено. Максимальні показники на висоті 2 м становлять: 16,810 мкВт/см² – перехрестя вул. Тобольська і проспект Науки; 13,830 мкВт/см² – перехрестя вул. Отакара Яроша і проспект Науки; 12,43 – проспект Науки; 9,2 – вул. 23 Серпня. На цій ділянці досліджень відмічено зниження густини потоку енергії в порівнянні з ділянками 1 і 2. Перевищення нормативних значень в 1,5 рази (рис. 3.6).

Ділянка № 4. Вимірювання проводились від вул. Сумська до Білгородського шосе, мікрорайон Шишківка, вул. Старошишківська. Перевищення ГДР виявлено у 2 точках з 47 точок-замірів. Максимальні показники на висоті 2 м становлять: 13,510 мкВт/см² – перехрестя вул. Саперна і вул. Шевченко. На цій ділянці досліджень відмічено максимальне зниження густини потоку енергії в порівнянні з ділянками 1, 2 і 3. Характерно те, що лісопарковій зоні з густим деревостаном, яка відноситься до лісництва, взагалі спостерігається відсутність фіксування густини потоку енергії (0,0 мкВт/см²).

Можливо в лісі через дерева, повніс-тю блокується ЕМВ, що може бути добрим заходом від ЕМВ (рис. 3.7).



Рис. 3.6 – Вимірювання ЕМВ на ділянці №3

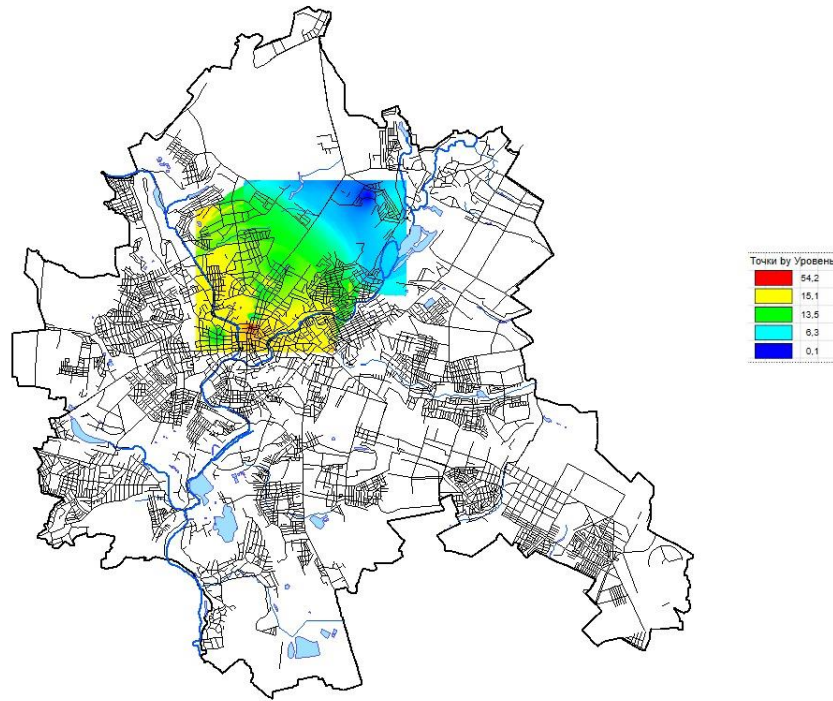


Рис. 3.8 – Картосхема ЕМВ в центральній частині м. Харків

Особливу увагу науковці звертають на об'єкт в центральній частині міста Держпром з джерелами випромінювання електромагнітної енергії станції цифрового телебачення, що робить один з найбільших внесків у загальне електромагнітне випромінювання. Вважаємо, що це джерело випромінювання є найбільш небезпечним для жителів центральної частини міста та вимагає перенесення його за межі або часткове обмеження потужності передавачів [6, 10].

3.3. Дослідження статистичних даних захворюваності населення в умовах впливу електромагнітного випромінювання

Електромагнітні випромінювання мають сильну біологічну дію. Воно негативно впливає на організм людини, викликаючи зміни в організмі людини, що супроводжуються роздратованістю, погіршенням пам'яті, швидкою втомлюваністю, головними болями, погіршенням сну, гальмування умовних рефлексів. У рослин з'являються аномалії розвитку, змінюються форми і розміри квіток, пелюсток, листя; у бджіл агресивність, знижується продуктивність [9, 19].

Існує думка, що зміни, які викликає ЕМВ малої інтенсивності, здатні накопичуватися в організмі людини в умовах довготривалого впливу. Зміни в електроенцефалограмі людини вдалося виявити при ГПЕ $0,00006 \text{ мкВт/см}^2$ [20]. у результаті ряду зарубіжних досліджень було підтверджено біологічну активність впливу магнітного поля наднизьких частот, у тому числі МВ промислової частоти, використовуваної в енергетиці з урахуванням інтенсивності та часу їх впливу, особливо пролонгованого в часі впливу на подальше покоління, що ускладнює медико-біологічні дослідження. Дослідження статистичних даних медико-екологічних експериментів дозволяє зробити висновки про можливі зміни в організмі людини під впливом ЕМВ різної інтенсивності які наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Зміни в організмі людини під впливом ЕМВ

ЕМВ мкВт/см ²	Симптоми
1	2
200-600	виникають больові відчуття
100-200	пригнічуються окисно-відновні процеси в тканинах
40-100	спочатку підвищується артеріальний тиск, а пізніше знижується, виникає катаракта
20-40	виникає відчуття тепла, при впливі ЕМВ протягом 11,5 год. знижується артеріальний тиск
10-20	інтенсифікуються окисно-відновні процеси в тканинах
10-15	захворення нервової системи
8-10	зміна біоелектричної активності головного мозку
6-8	зміна складу крові, при впливі ЕМВ протягом 150 год. порушується здатність крові до згортання
4-6	зміни в електрокардіограмі
3-4	зміни артеріального тиску, при тривалому впливі ЕМВ порушується склад крові, зменшується кількість лейкоцитів і еритроцитів
2-3	порушення серцевого ритму, зменшення ЧСС
1-2	виражений характер зниження артеріального тиску, тенденція до збільшення ЧСС
0,1-1	зміни в електрокардіограмі, зміни в роботі нервової системи при тривалому впливі, слуховий ефект при впливі імпульсних ЕМП
0,05-0,1	тенденція до зниження артеріального тиску при хронічному впливі

Необхідно відмітити, що усі ці зміни в організмі, які наведені у таблиці 3.2 можуть впливати на розвиток хвороб в організмі людини. Ряд науковців підтверджують, що ЕМВ ускладнює перебіг гіпертонічної хвороби, ішемічної хвороби серця та цереброваскулярних хвороб судин головного мозку. Збільшення антропогенного навантаження на організм людини через підвищення рівня техногенного ЕМВ може призводити до порушення адаптаційних реакцій організму людини, порушення гомеостазу, нервової регуляції функцій і, як наслідок, до зміщення рівноваги в бік патологічних процесів у серцево-судинній системі [12, 17, 18, 19].

За даними більшості дослідників, найбільшу небезпеку від ЕМП представляють ендокринної, статевої, нервової та імунної системи. Влив на ці системи можуть призвести навіть невеликі відхилення від норми (10-15 мкВт/см²). Також вплив ЕМВ навіть малої інтенсивності може призвести до зміни нервової діяльності, погіршення пам'яті, розвитку стресових реакцій. Порушується структура капілярного гематоенцефалічного бар'єру головного мозку, що з часом може привести до несподіваних патологічних проявів.

Якщо порівнювати данні захворюваності з 4 медичних закладів (17, 25, 26 міська поліклініки та 27 клінічна лікарня, які наведені у таблиці 3.3, данні з таблиці 3.2, та дані власного дослідження які ми отримали під час аналізу наших ділянок (рис. 3.9-3.12), можна дійти висновку що в населення центральної частини міста, яке зверталось до лікарні, в найбільшій мірі виявлені захворювання органів дихання (53 %), системи кровообігу (16 %), органів травлення (8 %), кістково-язової системи (7 %), нервової системи (5 %), ендокринної системи (2 %).

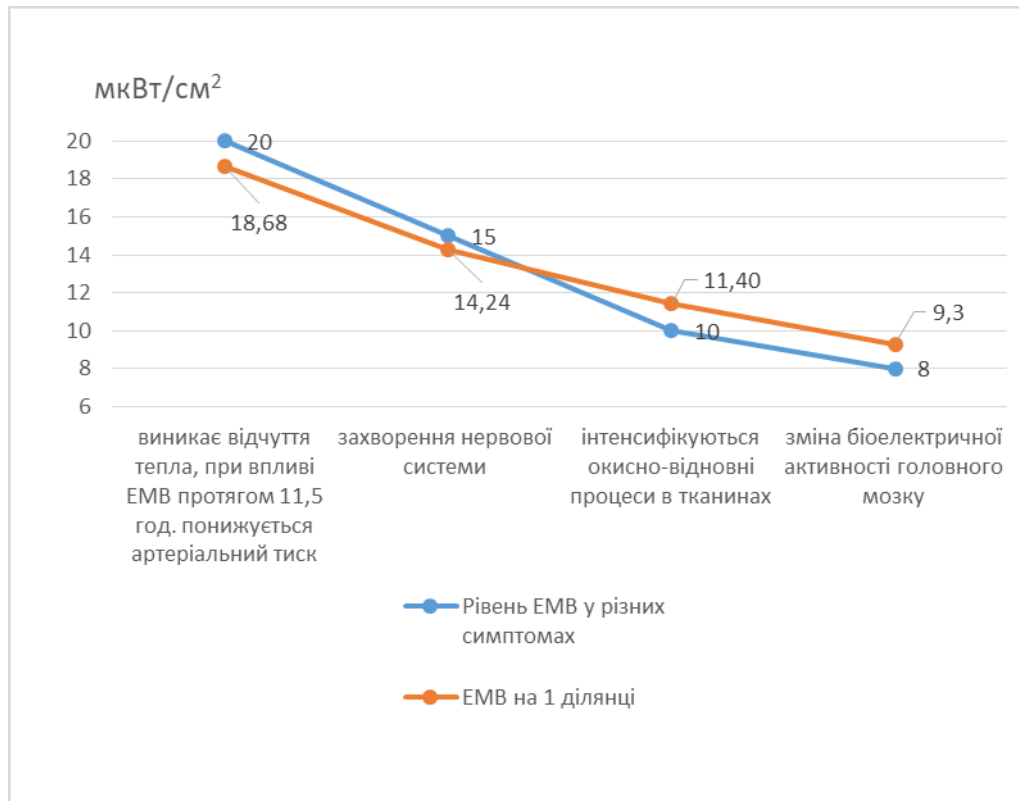


Рис. 3.9 – Залежність симптомів від ЕМВ на ділянці №1

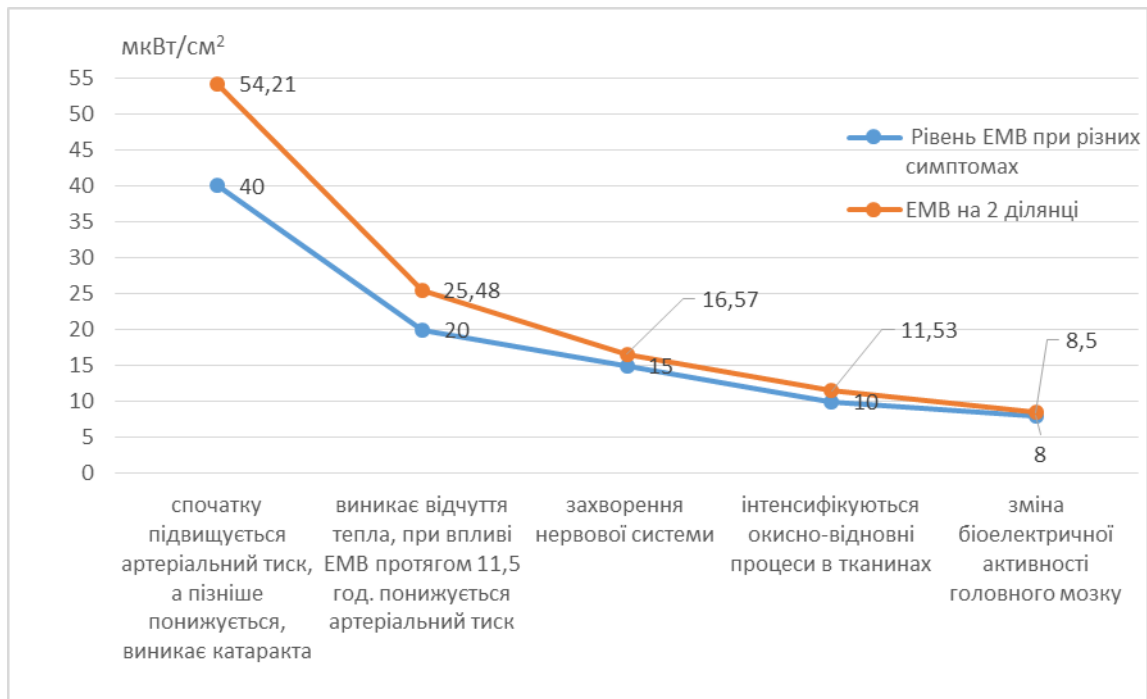


Рис. 3.10 – Залежність симптомів від ЕМВ на ділянці № 2

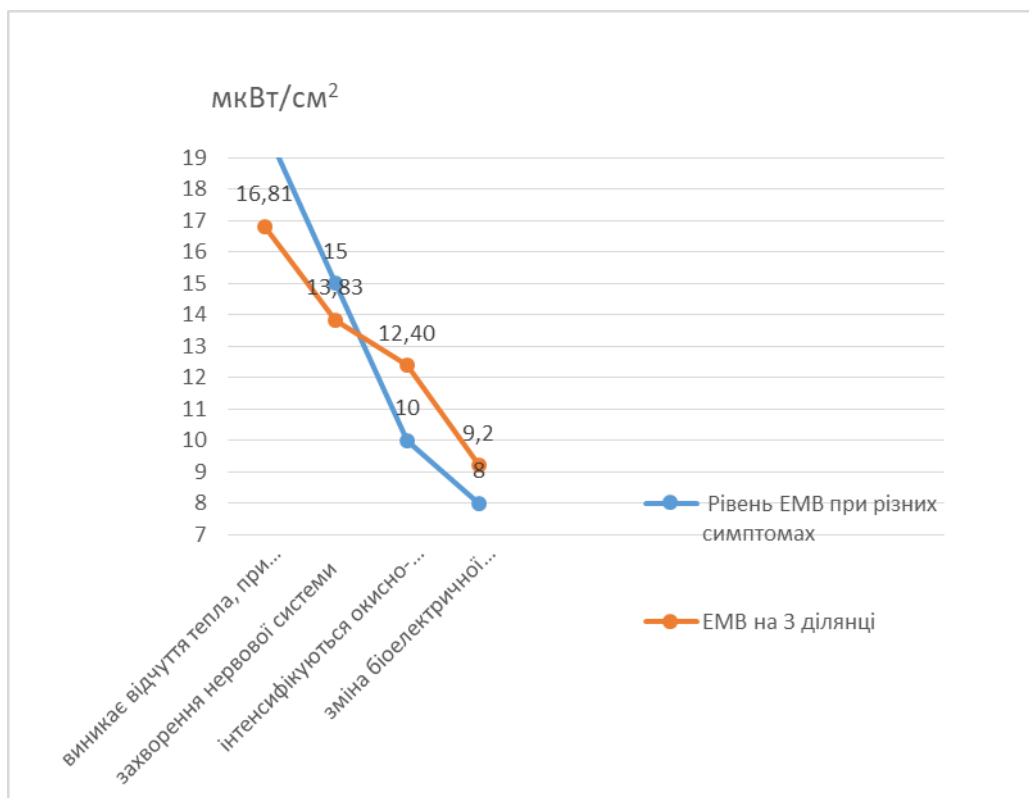


Рис. 3.11 – Залежність симптомів від ЕМВ на ділянці №3

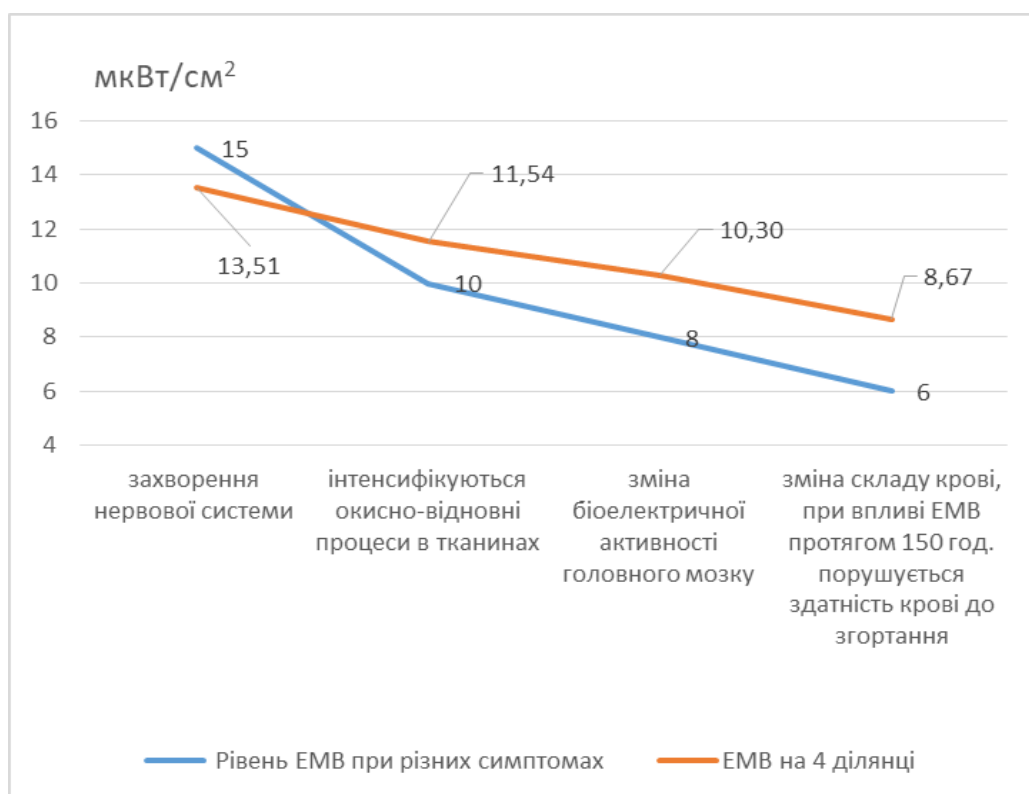


Рис. 3.12 – Залежність симптомів від ЕМВ на ділянці №4

Таблиця 3.3

Структура захворюваності населення, що проживає під впливом електромагнітного випромінювання в центральній частині м. Харків

Класи захворювань	Вікові групи, %					Всього, %
	20–29	30–39	40–49	50–59	> 60	
Захворювання органів дихання	52,60	71,41	52,20	58,78	40,74	53,45
Захворювання системи кровообігу	8,71	6,04	10,53	17,28	23,24	16,18
Захворювання органів Травлення	11,62	10,35	7,95	4,23	9,32	8,17
Захворювання нервової системи	8,30	3,07	7,84	2,88	4,45	4,91
Захворювання ендокринної системи	5,19	2,77	2,68	1,26	1,87	2,48
Захворювання сечостатевої Системи	1,04	0,61	0,64	0,81	3,59	1,22

Більш детальну залежність симптомів від ЕМВ можна побачити на рисунку 3.13. На цих діаграмі зображено які симптоми можуть з'являтися при певному ЕМВ на досліджуваних ділянках, також зображено на які самі хвороби найчастіше хворіє населення міста. Але наші дослідження тільки опосередковано підтверджують вплив ЕМВ на захворювання населення центральної частини міста, тому ці дослідження мають бути продовженні з включенням всіх лікарняних закладів міста. Ми виділили лише основні симптоми які можуть виявитись під час довгого знаходження на певних ділянках . Проведення багато часу на ділянках які ми аналізували, може призвести до погіршення стану здоров'я.

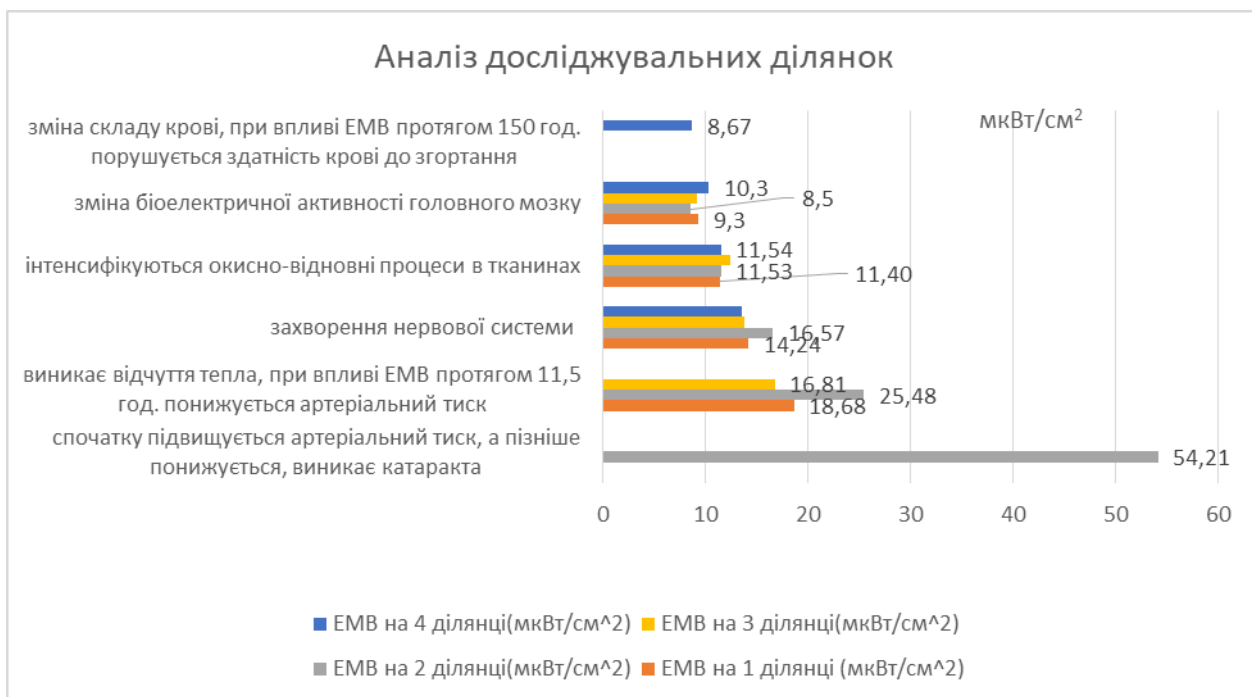


Рис. 3.13 – Залежність симптомів від ЕМВ

Порівнюючі данні з лікарень та данні досліджень можна проаналізувати скільки людей захворюють через вплив емв на певних ділянках. За даними з лікарень ми проаналізували що на ділянці № 1 у 2019 році захворіло 2800 чоловік (рис. 3.14), на ділянці № 2 – 2500 чоловік (рис. 3.15), на ділянці № 3 – 1500 чоловік (рис. 3.16), на ділянці № 4 – 1000 чоловік (рис. 3.17), усі ці данні ми отримали зі статистики захворюваності у Харківській області.

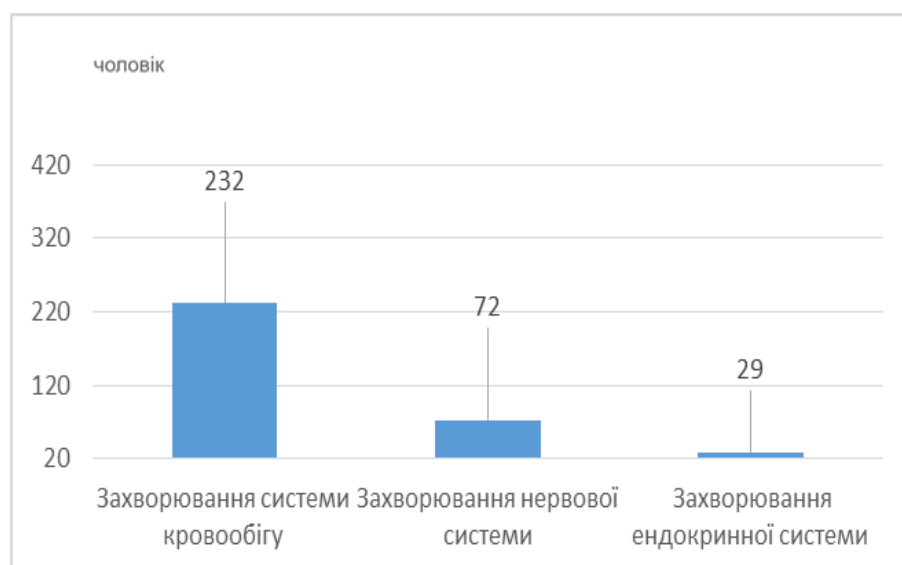


Рис. 3.14 – Кількість захворюванних на ділянці № 1

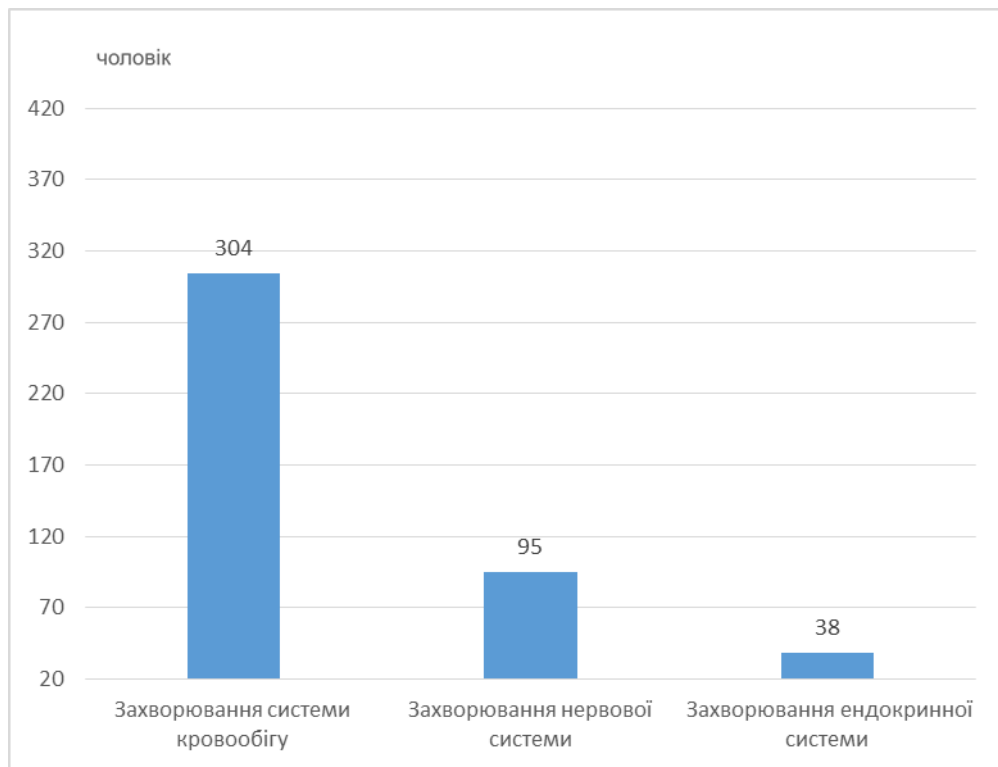


Рис. 3.15 – Кількість захворювань на ділянці № 2

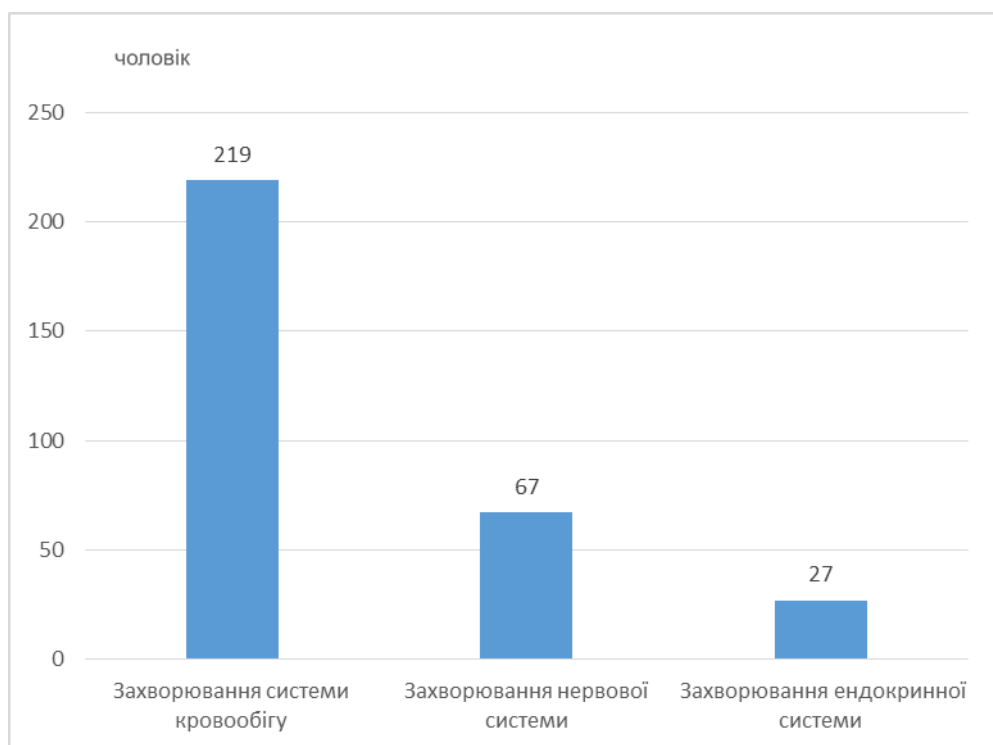


Рис. 3.16 – Кількість захворювань на ділянці № 3

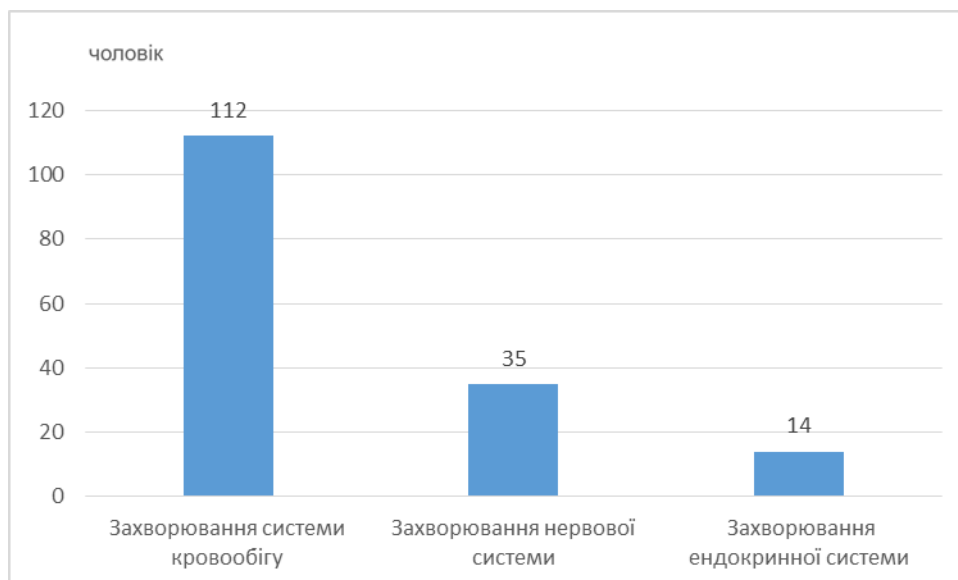


Рис.3.17 – Кількість захворювань на ділянці №4

Ми встановили що найбільше людей хворіють на захворювання органів дихання , системи кровообігу, нервової системи (рис.3.18).

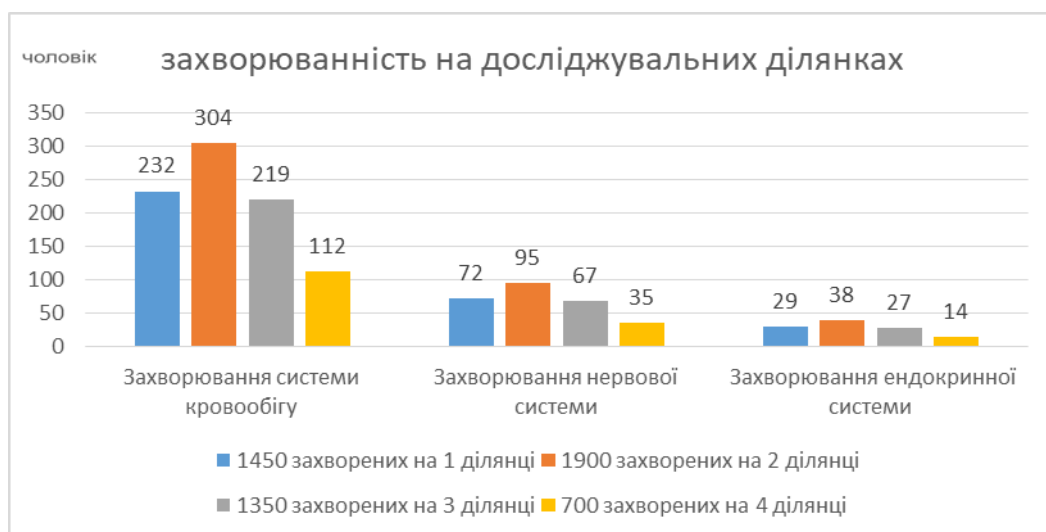


Рис. 3.18 – Захворюванність на досліджувальній ділянці

За даними наших досліджен ми виявили залежність захворювання населення від рівнів ЕМВ які представлені у додатку А. Отже захворювання системи кровообігу, нервової та ендокринної системи залежить від вмісту ЕМВ. На усіх ділянках які представлені у графіках у додатку А, ми бачимо величину достовірності яка приближена до 100 % – це свідчить про те що наші данні відповідають дійсності.

3.4. Рекомендації щодо зниження електромагнітного випромінювання

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

Практичні заходи, що сприяють індивідуальному захисту від ЕМВ в побутових умовах:

- при придбанні побутової техніки звертайте увагу на позначку про відповідність приладу міжнародним вимогам безпеки;
- пам'ятайте, що чим менше потужність побутового приладу, тим менше рівень його поля, тобто шкідливість;
- розміщуйте побутову техніку на відстані не менше 1,5 м від місця, де постійно перебуваєте: спите, відпочиваєте або працюєте;
- не вмикайте одночасно кілька джерел магнітного поля;
- намагайтеся, щоб дроти не утворювали «кільця» і «петлі»;
- перебувайте на безпечній відстані від приладів;
- оскільки електромагнітне випромінювання виходить від всіх частин монітора, найбільш безпечно встановити комп'ютер в кутку кімнати або в такому місці, де ті, хто на ньому не працює, не виявлялися б збоку або ззаду від машини;
- не залишайте комп'ютер або монітор надовго включеними. Якщо комп'ютер не використовується, вимкніть його;
- на ніч не залишайте техніку працювати в режимі stand-by, простіше кажучи, червоний вогник на панелі повинен згаснути;
- пральну машину краще розмістити у ванній кімнаті;

- стіни, не захищають від електромагнітного поля, тому перш, ніж вибирати місце для ліжка, непогано б дізнатися, де стоїть телевізор у сусідів;
- також при будівництві будівель треба використовувати магнезійно-шунгітову штукатурку, що обмежує проникнення зовнішніх електромагнітних хвиль.

Питання про рівень електромагнітного випромінювання та його шкоду для здоров'я населення міста Харків є вкрай актуальним. Тому, мешканці міста повинні бути поінформовані про ступінь і характер джерел ЕМВ. А дані про характер і рівень електромагнітного випромінювання повинні бути представлені у вигляді карти випромінювань. При відображенні на карті задається поріг відображуваних значень (наприклад, гранично допустимий рівень), нижче якого обмірювані значення не відображаються. Якщо, засоби вимірювання будуть працювати в режимі реального часу, то це дасть змогу відслідковувати постійну добову динаміку зміни рівня електромагнітного випромінювання на контрольованій території. При цьому потрібно дотримуватись практичних заходів, що сприяють захисту від ЕМВ в умовах міської забудови:

- для забезпечення сприятливих умов проживання населення у місті Харків перш за все встановити санітарнозахисні зони для джерел електромагнітного випромінювання, таких як БС стільникового зв'язку, антени телерадіомовлення, та обмежити територію багатоповерхової забудови;
- рівень небезпеки підвищується з великою щільністю розміщення об'єктів, які генерують електромагнітне поле, тому для усунення небезпеки від сумарного впливу необхідно проектувати кількість базових станцій на одиницю площі міста, враховуючи потужність передавачів, характеристики напрямку випромінювання, висоти розташування і конструктивні особливості антен, рельєф місцевості, функціональне призначення прилеглих територій, висоти забудови;
- у державних установах типу навчальних закладів, лікарень, потрібно створювати додатковий захист. З цією метою можна збільшувати ефективність екранування стін, а також розглянути можливість перенесення навчальних

класів, палат з хворими та інших функціональних приміщень у більш безпечні зони, обмежувати час перебування людей в зонах підвищеного ризику;

– в умовах міста створити виконавчі служби, завданням яких повинен стати контроль за дотриманням нормативних показників електромагнітного випромінювання з врахуванням усіх закономірностей їх поширення.

Вирішення даних питань потребує подальшого дослідження та комплексного підходу з врахуванням інтересів мобільних операторів, організаторів телерадіозв'язку та місцевого населення.

ВИСНОВКИ

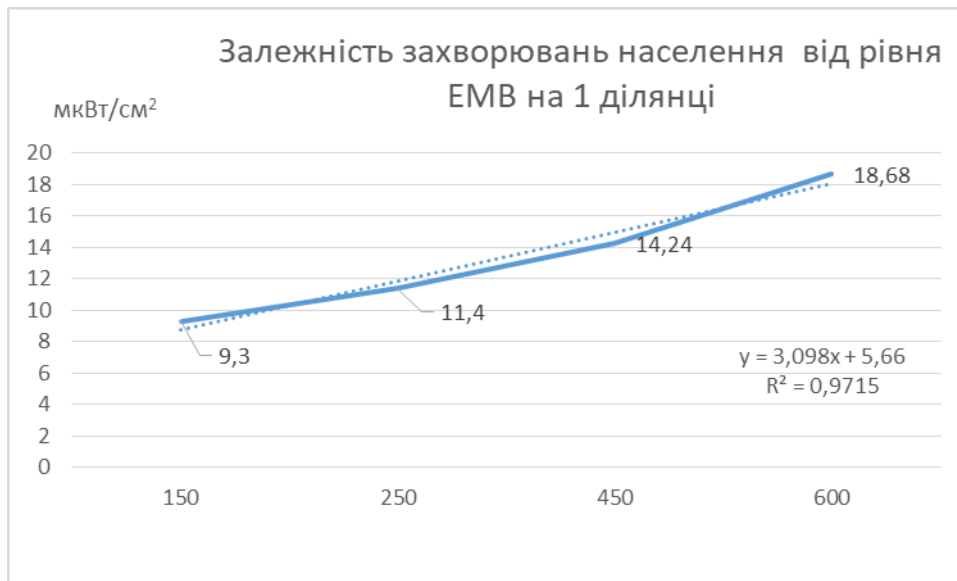
У результаті виконання роботи вирішено важливе екологічне науково-прикладне завдання, що полягало у встановленні рівня електромагнітного випромінювання від побутових приладів і в умовах міської забудови в центральній частині м. Харків, наведено зв'язок ЕМВ з захворюванням населення та надано практичні рекомендації щодо зменшення впливу електромагнітних полів техногенного походження.

1. На підставі наукових літературних джерел проведено аналіз проблеми щодо впливу електромагнітних полів техногенного походження на соціальну складову екологічної безпеки урбанізованої території і встановлено, що випромінювання електромагнітними полями техногенного походження, що суб'єктивно не відчуваються людиною, спричиняє низку екологічних проблем та проблем зі здоров'ям населення.
2. Визначено рівень напруженості електричної та магнітної складових, а також густини потоку енергії електромагнітного поля від різних побутових електроприладів у різних типах приміщень.
3. Визначено перевищення гранично допустимого рівня напруженості електричної та магнітної складових, а також густини потоку енергії електромагнітного поля в розрізі їх максимальних та середніх значень на 4 тест-полігонах урбанізованої території м. Харків.
4. Створено екологічні картосхеми впливу параметрів електромагнітного поля на урбоекосистему міста.
5. Наведено опосередкований зв'язок захворювання жителів центральної частини міста з електромагнітним випромінюванням.
6. Надано практичні рекомендації щодо індивідуального захисту в побутових умовах від електроприладів і в умовах міської забудови центральної частини міста.

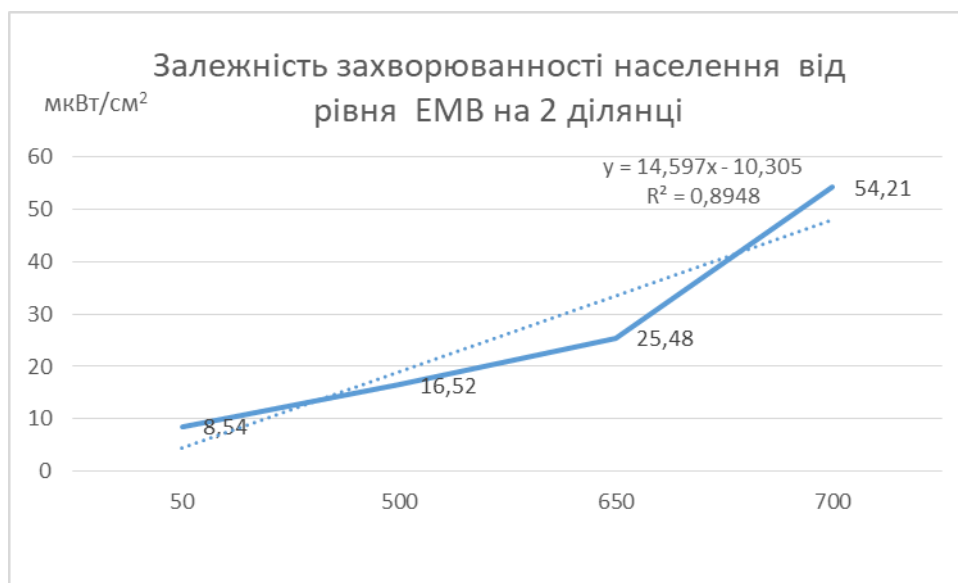
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко О. М. Екологія міста ІваноФранківська. Івано- Франківськ, 2002. С. 60-68.
2. Галак С. С. Гігієнічна оцінка електромагнітного випромінювання, що створюється базовими станціями та мобільними радіотелефонами стандарту DCS-1800. Гігієна населених місць, Київ, 2014. С.171-183.
3. Коваль Р. Р. Аналіз стану електромагнітного забруднення міста Києва / Галузеві проблеми екологічної безпеки, Харків, 2006. С. 97-100.
4. Безверха А. П. Гігієнічне обґрунтування вимог до розміщення та експлуатації радіотехнічних засобів транкінгового обладнання (базові станції, персональні радіотелефони транкінгового зв'язку) / Гігієна населених місць. Київ, 2015. С.157.
5. Думанський В. Ю. "Гігієнічна оцінка електромагнітного випромінювання що створюється обладнанням стільникового мобільного зв'язку стандарту GSM 900." Гіг. насел. місць, Київ, 2004. С. 133.
6. Никитина Н. Г. Мониторинг здоровья населения, проживающего в условиях воздействия электромагнитных излучений / Гігієна населених місць, Київ, 2012. С. 203-206.
7. Остапенко О. О. Дослідження електромагнітного забруднення міста Вінниця / Наук. праці ВНТУ, Вінниця, 2016. С. 2-7.
8. Про затвердження Змін до Державних санітарних норм і правил захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. Наказ МОЗ України № 266 від 13.03.2017. Закон України від 16 травня 2017р. № 625/30493. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0625>(дата звернення 16. 05. 2017).
9. Василенко В. В., Павлов С. Г. Аналіз впливу електромагнітних випромінювань на організм людини та методи захисту. Енергетика і автоматика. Київ, 2011. С. 1-14.
10. Томашевська Л. А. До питання про біологічні ефекти дії електромагнітних випромінювань / Гігієна населених місць. №62. Київ, 2013. С.193-198.

11. Бондаренко О. В. Усовершенствование методики определения биологически-безопасной для населения зоны излучения антенны базовой станции мобильной связи / Наукові праці ОНАЗ ім. О. С. Попова, Одеса, 2016. С.23.
12. Думанський В. Ю. Електромагнітна оцінка електромагнітної ситуації та наукове обґрунтування вимог до її безпеки в сучасних населених місцях України. Київ, 2009. С.42 .
13. Семчук Я. М., Мердох І. І. Вплив електромагнітних полів техногенного походження на захворюваність серцево-судинної системи у жителів урбанізованих територій міста Івано-Франківська. Кременчук, 2016. С. 69–76.
14. Про затвердження Змін до Державних санітарних норм і правил захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань” наказ МОЗ України від 13.03.2017 року №266
15. Думанський В. Ю., Біткін С. В., Нікітіна Н.Г. Гігієнічна характеристика стану електромагнітного забруднення міст України : Гігієна населених місць : Зб. наук. пр. Київ, 2012. С. 160-171.
16. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи. Харьков, 2002. С. 428 .
17. Держстат України. Населення та міграція. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publnasel_u.htm (дата звернення 20. 03. 2020).
18. Олейник В. П., Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами. Учеб. пособие. Харьков, 2006. С. 61.
19. Оцінка стану зарубіжного та вітчизняного нормативно-правового забезпечення, щодо обмеження впливу електромагнітного випромінювання та акустичних шумів об’єктів електроенергетики на здоров’я людини та навколишнє середовище. URL: <https://ua.energy/wpcontent/uploads/2018/01/2.-EMP.pdf> (дата звернення 02.02.2012).
20. Запорожець О. І. Засади електромагнітного моніторингу міста в умовах підвищення електромагнітного навантаження на довкілля. Київ, 2015. С.28-34.

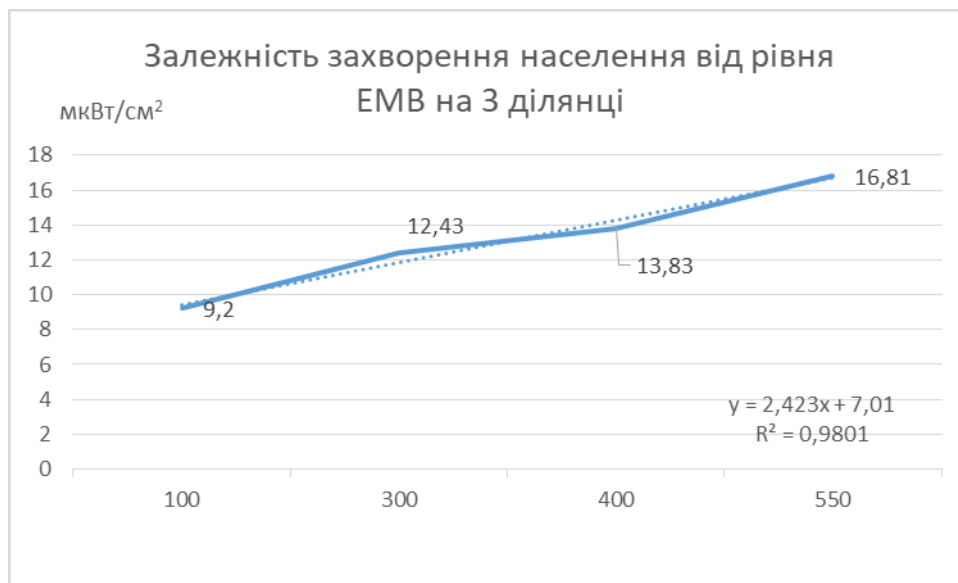


Залежність захворювань від ЕМВ на 1 ділянці

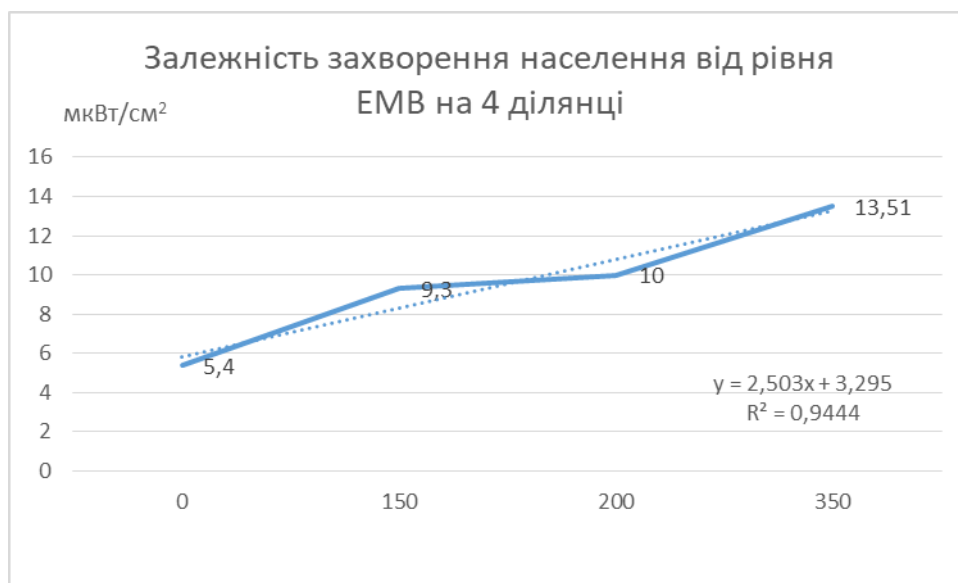


Залежність захворювань від ЕМВ на 2 ділянці

Продовження додатку А

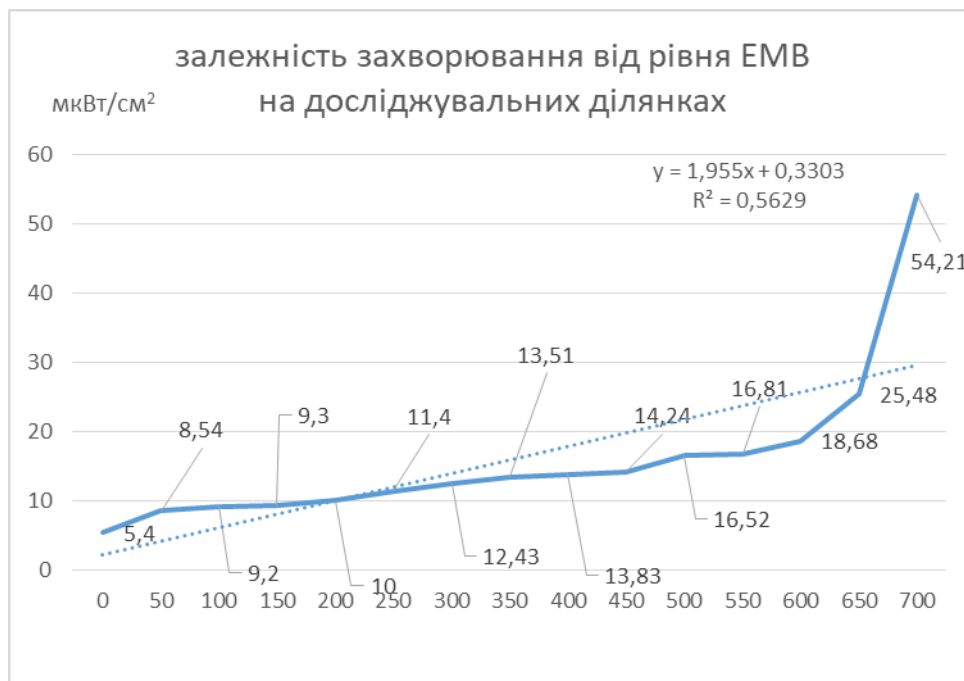


Залежність захворювань від ЕМВ на 3 ділянці



Залежність захворювань від ЕМВ на 4 ділянці

Продовження додатку А



Залежність захворювань від ЕМВ на усіх 4 ділянках