

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

На правах рукопису

Мердух Іван Іванович

УДК 504.75.05

**УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНОЮ СКЛАДОВОЮ ЕКОЛОГІЧНОЇ
БЕЗПЕКИ МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ В УМОВАХ
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ
(НА ПРИКЛАДІ м. ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА)**

21.06.01 – екологічна безпека

Дисертація

на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Науковий керівник
Семчук Ярослав Михайлович,
доктор технічних наук,
професор

Івано-Франківськ – 2017

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І	
СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНА ОСНОВА ДОСЛІДЖЕНЬ СОЦІАЛЬНОЇ	
СКЛАДОВОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ	11
1.1. Аналіз літературних джерел щодо розвитку досліджень соціальної складової екологічної безпеки урбанізованих територій міських агломерацій	11
1.2. Огляд стану техногенного навантаження на урбоекосистему м. Івано- Франківська, спричиненого електромагнітними полями радіочастотного діапазону	24
1.3. Вплив електромагнітних полів радіочастотного діапазону на серцево- судинну систему людини	28
1.4. Постановка проблеми та обґрунтування напрямків досліджень	32
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	
УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ	34
2.1. Методи еколого-географічних досліджень	34
2.2. Методи медико-екологічних досліджень	39
2.3. Метод розрахункового прогнозування електромагнітної обстановки урбоекосистеми	42
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРО-	
МАГНІТНОЇ ОБСТАНОВКИ УРБОЕКОСИСТЕМИ	50
3.1. Дослідження техногенного навантаження на урбоекосистему, спричиненого електромагнітними полями радіочастотного діапазону	50
3.1.1 Створення еколого-географічних карт	50
3.1.2 Дослідження адаптаційної реакції жителів урбанізованої території в умовах електромагнітного навантаження	54
3.2. Статистичне дослідження впливу електромагнітних полів техногенного походження на соціальну складову екологічної безпеки урбанізованої території	62

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ	
УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ В УМОВАХ ВПЛИВУ	
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	72
4.1. Дослідження статистичних даних захворюваності населення в умовах впливу електромагнітного випромінювання	72
4.2. Створення еколого-медичних карт впливу електромагнітних полів радіочастотного діапазону на соціальну складову екологічної безпеки	78
4.3. Математичне прогнозування впливу електромагнітних полів радіочастотного діапазону на захворюваність жителів урбанізованої території	83
РОЗДІЛ 5. УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНОЮ СКЛАДОВОЮ	
УРБОЕКОСИСТЕМИ В УМОВАХ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ	
ПОЛІВ	89
5.1. Розробка системи захисту урбоекосистеми від електромагнітних полів	89
5. 2. Створення програми моніторингу електромагнітних полів на основі геоінформаційної системи MapInfo	98
5.3. Рекомендації щодо зменшення впливу електромагнітних полів радіочастотного діапазону на урбоекосистему м. Івано-Франківська	108
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	111
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	114
ДОДАТКИ	130

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І СКОРОЧЕНЬ

ГІС – геоінформаційна система

ГПЕ – густина потоку енергії

ГДР – гранично допустимий рівень

ЕБ – екологічна безпека

ЕМВ – електромагнітне випромінювання

ЕМП – електромагнітне поле

РТО – радіотехнічний об'єкт

ЧСС – частота серцевих скорочень

μ – густина потоку енергії, мкВт/см², Вт/м²

$\mu_{\text{макс.}}$ – густина потоку енергії (максимальні значення), мкВт/см², Вт/м²

$\mu_{\text{сер.}}$ – густина потоку енергії (середні значення), мкВт/см², Вт/м²

D – діастолічний тиск, мм.рт.ст.

D_ж – діастолічний тиск у жінок, мм.рт.ст.

D_ч – діастолічний тиск у чоловіків, мм.рт.ст.

S – систолічний тиск, мм.рт.ст.

S_ж – систолічний тиск у жінок, мм.рт.ст.

S_ч – систолічний тиск у чоловіків, мм.рт.ст.

ϕ – показник артеріального тиску, D/S

$\phi_{\text{ж}}$ – показник артеріального тиску у жінок, D_ж/S_ж

$\phi_{\text{ч}}$ – показник артеріального тиску у чоловіків, D_ч/S_ч

E – напруженість електричної складової електромагнітного поля, В/м

E_{макс.} – напруженість електричної складової електромагнітного поля (максимальні значення), В/м

E_{сер.} – напруженість електричної складової електромагнітного поля (середні значення), В/м

H – напруженість магнітної складової електромагнітного поля, А/м

H_{макс.} – напруженість магнітної складової електромагнітного поля (максимальні значення), А/м

H_{сер.} – напруженість магнітної складової електромагнітного поля (середні значення), А/м

ВСТУП

Актуальність теми. Здоров'я населення є основним показником якості соціальної складової екологічної безпеки в сучасних умовах розвитку соціоекосистем. Сучасне суспільство створює та ефективно використовує інноваційні технології в галузі науки і техніки, які дозволяють задовільняти його потреби, що зростають. Такий тип суспільного розвитку повинен забезпечувати динамічну рівновагу в системі «суспільство – природне середовище».

В умовах технократичного суспільства рівновага «суспільство – природне середовище» характеризується найбільшою лабільністю в урбоекосистемах міських агломерацій. Підвищення рівня комфорту людей в урбоекосистемах призвело до появи великої кількості факторів, здатних впливати на рівновагу системи «суспільство – природне середовище» і, відповідно, на здоров'я населення. Серед них особливе місце займає вплив електромагнітного випромінювання (ЕМВ) на організм людини.

Для контролю за впливом електромагнітних полів (ЕМП) техногенного походження на організм людини розроблено «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань», затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України № 239 від 01.08.1996 року. Цей документ представляє норми і правила захисту населення від впливу ЕМП та містить розділи: «Санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних полів, що створюють радіотехнічні об'єкти» та «Санітарні норми і правила захисту населення від впливу електричного поля, що створюють пристрої електропередачі змінного струму промислової частоти». Згідно з цим документом до джерел ЕМВ у населених пунктах належать радіостанції, телевізійні станції, радіолокаційні станції різного призначення, які працюють в смузі радіочастот, а також мережа ліній електропередачі, що складається з повітряних високовольтних ліній електропередачі та електричних підстанцій. До складу підстанцій

можуть входити розподільні пристрої, перетворювачі електроенергії, трансформатори, випрямлячі та інші пристрої і споруди.

Однак, відповідно до цього документа, гранично допустимі рівні (ГДР) ЕМП, що поширюються на діапазон частот 30 кГц - 300 ГГц, є нижчими за такі рівні в Росії і значно нижчими за такі рівні в Європі. Крім того, перелік радіотехнічних об'єктів (РТО), які випромінюють електромагнітну енергію в навколишнє середовище, потребує розширення у зв'язку із використанням цифрових радіорелейних станцій і базових станцій стільникового зв'язку. Постанова Кабінету Міністрів України № 808 від 28 серпня 2013 року визначає «Перелік видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку». У пункті 26 цього переліку наведено РТО, які становлять підвищену екологічну небезпеку: радіопередавальні, радіотелевізійні, радіолокаційні станції, цифрові радіорелейні станції, базові станції систем стільникового зв'язку.

У спеціальній літературі і фахових виданнях з безпеки життєдіяльності недостатньо висвітлена тема впливу ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону на соціальну складову ЕБ. Тому вивчення електромагнітної обстановки урбоекосистем, вплив ЕМВ на зміну адаптаційних реакцій організму людини і, як наслідок, на виникнення хвороб у людей, нормативна база, що регламентує ГДР ЕМП представляють науковий інтерес.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Вибраний напрямок дисертаційного дослідження відповідає «Концепції національної екологічної політики України на період до 2020 року», а також науково-дослідній тематиці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, а саме темі Д-5-15-Ф: «Методологія екологічно безпечного використання відновлюваних джерел енергії у сталому туристично-рекреаційному розвитку Карпатського регіону» (№ 0115U002280, 2015-2016 рр.).

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є розробка та реалізація управлінських рішень з підвищення рівня ЕБ соціальної складової міської агломерації м. Івано-Франківська в умовах впливу ЕМП радіочастотного діапазону.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз літературних даних щодо рівня екологічної безпеки соціальної складової міської агломерації м. Івано-Франківська;
- визначити інтенсивність впливу ЕМП техногенного походження частотного діапазону 50 МГц – 3,5 ГГц на соціальну складову урбоекосистеми;
- дослідити зв'язки між параметрами роботи серцево-судинної системи жителів урбоекосистеми та параметрами ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону, що на них впливають;
- провести аналіз стану здоров'я населення м. Івано-Франківська щодо хвороб серцево-судинної системи, які, ймовірно, виникли під впливом ЕМП радіочастотного діапазону (тест-полігон);
- розробити математичну модель дослідження впливу ЕМП техногенного походження частотного діапазону 50 МГц – 3,5 ГГц на соціальну складову урбоекосистеми;
- розробити програму для моніторингу ЕМП в урбоекосистемі;
- розробити управлінські рішення з підвищення рівня екологічної безпеки соціальної складової міської агломерації м. Івано-Франківська.

Об'єкт дослідження: процес забруднення урбоекосистеми міської агломерації ЕМП частотного діапазону 50 МГц – 3,5 ГГц, що впливають на соціальну складову екологічної безпеки та умови його запобігання.

Предмет дослідження: соціальна складова ЕБ урбоекосистеми міської агломерації, що піддається впливу ЕМВ радіочастотного діапазону.

Методи дослідження. Теоретичні та практичні методи досліджень ґрунтуються на застосуванні системного підходу до оцінювання стану ЕБ в

умовах забруднення урбоекосистеми міських агломерацій ЕМП техногенного походження в частотному діапазоні 50 МГц – 3,5 ГГц. Відповідно до цього в роботі застосовувались такі методи: математичне моделювання – для прогнозування оцінки поширення ЕМП у просторі, розрахунку поверхневої ГПЕ на певній відстані від джерела ЕМВ, методи еколого-географічних досліджень – для визначення точок тест-полігону урбоекосистеми та побудови екологічних карт впливу ЕМП техногенного походження на урбоекосистему м. Івано-Франківська, методи медико-екологічних досліджень – для визначення адаптаційних реакцій серцево-судинної системи чоловіків і жінок на вплив ЕМП техногенного походження в межах урбанізованої території м. Івано-Франківська та перевірки впливу ЕМП на рівень захворюваності дорослого населення на хвороби серцево-судинної системи, статистичні методи – для визначення тісноти кореляційного зв'язку між параметрами ЕМП радіочастотного діапазону та показниками артеріального тиску у чоловіків та жінок та впливу ЕМП на соціальну складову ЕБ міської агломерації м. Івано-Франківська, інструментальні дослідження – для визначення рівнів параметрів ЕМП радіочастотного діапазону.

Наукова новизна одержаних результатів

1. Вперше науково обґрунтовано загальні положення методології оцінювання стану екологічної безпеки населення міста за чинниками її формування і встановлено, що найбільш вагомим з них є електромагнітні поля радіочастотного діапазону частотою 50 МГц – 3,5 ГГц.
2. Вперше шляхом математичного моделювання встановлено зв'язки між параметрами електромагнітного поля радіочастотного діапазону, параметрами роботи серцево-судинної системи чоловіків та жінок та її хворобами, і встановлено що на роботу серцево-судинної системи чоловіків та жінок найбільше впливає густина потоку енергії та напруженість електричної складової електромагнітного поля, а на

етіологію хвороб серцево-судинної системи найбільше впливає напруженість магнітної складової електромагнітного поля.

3. Дістали подальший розвиток наукові засади моніторингових досліджень впливу електромагнітного поля на соціальну складову екологічної безпеки урбоєкосистеми міської агломерації м. Івано-Франківська на основі яких вперше створено еколого-географічні карти з використанням геоінформаційної системи Map Info.
4. Розроблено управлінські рішення з підвищення рівня екологічної безпеки соціальної складової міської агломерації м. Івано-Франківська, що дозволяють зменшити вплив електромагнітних полів радіочастотного діапазону.

Практичне значення одержаних результатів полягає в можливості використання результатів теоретичних та практичних досліджень дисертаційної роботи санітарно-епідеміологічними станціями, котрі контролюють рівень електромагнітного забруднення навколишнього середовища, зокрема на урбанізованих територіях. Реалізація управлінських рішень щодо зменшення впливу ЕМП радіочастотного діапазону на соціальну складову ЕБ урбоєкосистеми міської агломерації м. Івано-Франківська дасть можливість знизити антропогенний вплив на довкілля та зменшити ризик захворювань дорослого населення урбоєкосистем. Матеріали досліджень будуть передані адміністративним та екологічним організаціям для посилення контролю за екологічним станом м. Івано-Франківська і покращення стану соціальної складової його ЕБ. Розроблений з участю автора патент на корисну модель №76173 «Спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему організму людини» використовується Івано-Франківським обласним лабораторним центром Держсанепідемслужби України як один із методів визначення впливу ЕМП на організм людини та будівельною компанією ВАТ «Івано-Франківськбуд» для планування забудови міської території (додаток 3).

Особистий внесок здобувача полягає у безпосередній його участі у визначенні теми, мети і завдань досліджень; розробці методик проведення експерименту, постановці експерименту та зборі експериментальних даних; аналітичній, статистичній, еколого-географічній та медико-екологічній обробці експериментальних даних; аналізі результатів та формулюванні висновків роботи, а також участь у забезпеченні практичного впровадження результатів досліджень.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційного дослідження оприлюднені на I Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування» (м. Івано-Франківськ, 2012 рік); «Знання. Освіта. Освіченість. I Міжнародна науково-практична конференція» (м. Вінниця, 2012 рік); Міжнародній науково-практичній конференції «Збалансований розвиток туристичних регіонів: національний і світовий досвід» (м. Львів, 2013 рік); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні засади збалансованого регіонального розвитку» (м. Івано-Франківськ, 2016 рік); VI Всеукраїнській науково-практичній конференції курсантів, студентів та ад'юнктів «Проблеми та перспективи розвитку охорони праці» (м. Львів, 2016 рік); IV Міжнародному конгресі «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (м. Львів, 2016 рік).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 11 наукових працях, з них: 5 статей – у фахових наукових журналах, одна з них – у закордонному фаховому виданні, 4 тези доповідей на всеукраїнських та міжнародних наукових конференціях, 2 патенти на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, який включає 122 найменування та додатків. Робота викладена на 110 сторінках основного тексту, містить 33 рисунків, 9 таблиць та 8 додатків.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНА ОСНОВА ДОСЛІДЖЕНЬ СОЦІАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ

1.1. Аналіз літературних джерел щодо розвитку досліджень соціальної складової екологічної безпеки міських агломерацій

Впродовж останніх років поняття ЕБ стає все більш багатограним. Воно використовується у різних прикладних науках, повсякденній діяльності людини, для характеристики розвитку суспільства та його взаємодії з біосферою і техносферою [5]. У зв'язку з цим серед науковців не існує єдиної думки щодо визначення поняття ЕБ. Так, у словнику-довіднику з екології [67] знаходимо визначення: «Екологічна безпека – це стан навколишнього природного середовища, що забезпечує збалансований вплив різних факторів і при цьому не порушує функціонування екосистем, здатність біосфери до саморегулювання та не створює небезпеки для здоров'я людей». З іншого боку в роботі Зеркалова Д. В. [25] знаходимо визначення ЕБ: «Екологічна безпека – це такий стан довкілля, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей». Найбільш вживаними є визначення: «Екологічна безпека – це сукупність дій, станів і процесів, що прямо чи побічно не призводять до серйозних збитків (або загрози таких збитків), які завдаються природному середовищу, окремим людям і людству загалом» [9]; «Екологічна безпека – це комплекс станів, явищ та дій, що забезпечують екологічний баланс на Землі в будь-яких її регіонах на рівні, до якого фізично, соціально-економічно, технологічно та політично готове (може без серйозних збитків адаптуватися) людство» [28].

Необхідно відмітити, що на законодавчому рівні в Україні управління ЕБ закріплено в:

- статті 16 Конституції України, у якій наголошується, що «забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи – катастрофи планетарного масштабу, збереження генофонду Українського народу є обов'язком держави» [85];
- статті 7 Закону України від 19 червня 2003 року № 964-IV «Про основи національної безпеки України», котра визначає, що ЕБ є складовою національної безпеки [79];
- статті 50 Закону України від 25 червня 1991 року № 1264-XII «Про охорону навколишнього природного середовища», де сказано, що «Екологічна безпека є таким станом навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей» [78].

Впродовж останніх шістнадцяти років в напрямку застосування поняття ЕБ в Україні було розроблено ряд законодавчих актів [61], а саме: Постанова Верховної Ради України від 5 березня 1998 року № 188/98-ВР «Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» [90]; Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2007 року № 880-р «Про схвалення концепції національної екологічної політики України на період до 2020 року» [86]; Закон України від 21 грудня 2010 року № 2818-VI «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» [80].

У зв'язку із вищесказаним найбільш повне визначення ЕБ запропонували С. І. Азаров, Ю. В. Литвинов та В. Л. Сидоренко [5] «Екологічна безпека – це сукупність певних властивостей навколишнього природного середовища і створюваних цілеспрямованою діяльністю людини умов, за яких (з урахуванням екологічних і соціальних чинників та науково обґрунтованих допустимих навантажень на об'єкти біосфери) утримуються

на мінімально можливому рівні ризику антропогенний вплив на навколишнє середовище і негативні зміни, що відбуваються в ньому, забезпечується збереження здоров'я та життєдіяльності людей і виключаються віддалені наслідки такого впливу для теперішніх та наступних поколінь».

Класифікацію видів ЕБ проводять А. П. Гетьман, В. М. Шульга, К. А. Рябець [15] за такими критеріями:

- за територіальним принципом розрізняють глобальну (міжнародну), національну (державну), регіональну, місцеву, об'єктову ЕБ;
- за способами забезпечення виокремлюють техногенно-екологічну, радіоекологічну, соціально-екологічну, природну, економіко-екологічну безпеку та ін.;
- за об'єктами охорони можна вирізнити загальну ЕБ довкілля, яка включає: а) глобальну; б) національну; в) локальну; г) особисту екологічну безпеку громадян;
- відповідно до причин порушення ЕБ розрізняють таку, що виникла: внаслідок впливу на природний об'єкт людської діяльності (соціально-політичного, військового, техногенного характеру); під впливом самих природних процесів (землетрус, виверження вулкана, повінь тощо);
- в залежності від екологічно небезпечних видів діяльності, об'єктів на технічну, хімічну, токсичну, біологічну, радіаційну, ядерну, гідротехнічних споруд, транспортних засобів тощо.

Деякі автори [9, 40] виділяють складові ЕБ – техногенно-екологічну та природну безпеки, розуміючи під техногенно-екологічною безпекою відсутність дій, станів чи процесів у техносфері, які прямо або опосередковано призводять (можуть призвести) до негативних змін (наслідків) у навколишньому природному середовищі, відтворенні населення та економіці.

З точки зору концепції сталого розвитку виділяють три складові ЕБ [39, 82-83, 97], що забезпечують утримання природно-ресурсного потенціалу країни в стані сталого розвитку: соціальну, екологічну та економічну. Під

соціальною складовою екологічної безпеки в першу чергу розуміють забезпечення фізичного, психічного, соціального та духовного здоров'я людини.

Під егідою Організації Об'єднаних Націй розроблено Концепцію безпеки людини (доповідь «Програма розвитку ООН (ПРООН) про розвиток людського потенціалу», 1994), яка складається із семи основних компонентів: економічна безпека; продовольча безпека; безпека для здоров'я; особиста безпека; громадська і культурна безпека; політична безпека та ЕБ як захист від загроз екологічного забруднення, наявність чистих повітря, води, безпечної їжі, безпека житла та умов праці, захищеність від екологічних катастроф; основними загрозами ЕБ є радіаційні та хімічні забруднення навколишнього середовища, а також, геомагнітні та електромагнітні випромінювання.

XX та початок XXI століття характеризуються швидкими темпами зростання міст, що виявило потребу в розробці і впровадженні принципів сталого розвитку в області містобудування і територіального планування. У зв'язку з цим деякі автори [28, 60, 81-83] визначають зростання кількості міського населення та пов'язане з цим збільшення матеріального виробництва та його екологічні наслідки як найважливіші екологічні проблеми міських агломерацій.

Екологію урбанізованих територій (урбоекологію) автори визначають по різному. Так В. Є. Чайка вважає, що предметом вивчення урбоекології є вивчення відносин людини і природи в процесі містобудівної діяльності [73]; В. П. Кучерявий визначає урбоекологію як науку про взаємодію і взаємозв'язки у часі і просторі двох систем – міської (у складі підсистем: соціальної, технічної, енергетичної, інформаційної, керівної, адміністративної та ін.) і природної [33]; Н. В. Фоменко визначає пріоритетним завданням урбоекології ноосферне управління урбоекосистемою [70]; Г. М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова вважають, що

урбоекологія вивчає основні принципи взаємодії міст з абіотичними і біотичними компонентами довкілля [72].

Узагальнена схема класифікації небезпечних та шкідливих екологічних чинників (рис. 1.1), що впливають на здоров'я населення запропонована Савчук Л. Я. [63]. Вона містить п'ять груп факторів: фізичні (радіаційні, вібраційні, електромагнітні і шумові), хімічні (подрознюючі, загальнотоксичні, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні), біологічні (вірусогенні, бактеріогенні, мікогенні), психофізіологічні (фізичні перевантаження, нервово психічні), ландшафтно-трансформуючі (забруднення ґрунтів, забруднення поверхневих та підземних вод, підвищений вміст шкідливих речовин у рослинах).

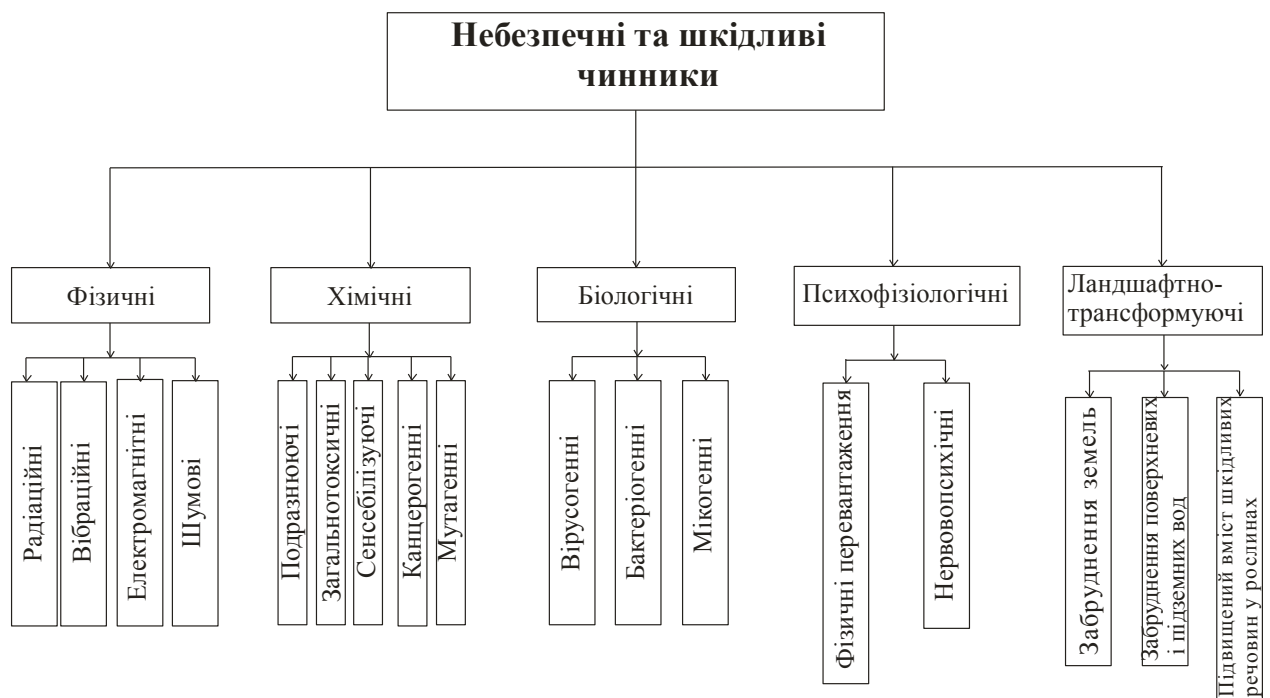


Рисунок 1.1 – Небезпечні та шкідливі екологічні чинники, що впливають на здоров'я населення (за Савчук Л. Я., 2013 рік)

З 1995 року Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) офіційно введений термін «глобальне електромагнітне забруднення навколишнього середовища». Таким чином ВООЗ визнала електромагнітне

забруднення однією з пріоритетних екологічних проблем людства. Для вивчення і визначення шляхів вирішення проблеми електромагнітного забруднення ВООЗ реалізує Міжнародний електромагнітний проект (WHO International EMF Project, 1995), що підкреслює значення даної проблеми для світової громадськості та міжнародного наукового співтовариства. Метою проекту є дослідження наслідків впливу електромагнітних полів частотного діапазону 0 – 300 ГГц на організм людини [119].

З 1998 року ВООЗ включає в сферу своїх інтересів проблему впливу ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону на навколишнє середовище і елементи екосистем. Для реалізації електромагнітної безпеки була створена Міжнародна Комісія з захисту від неіонізуючого випромінювання (ICNIRP, 2000). Ця Комісія, як незалежна організація, надає наукові консультації та рекомендації про стан здоров'я та екологічні наслідки впливу неіонізуючих випромінювань на людей і навколишнє середовище [111, 114, 116]. До неіонізуючого випромінювання відноситься ЕМВ: ультрафіолетове випромінювання, світло видимої частини спектра, інфрачервоне випромінювання, радіохвилі, інфразвукові та ультразвукові хвилі.

У 2010 році укладається Програма досліджень ВООЗ для радіочастотних полів (WHO Research Agenda for Radiofrequency Fields) метою якої є консолідація зусиль вчених різних країн світу та вироблення стратегії щодо вивчення впливу електромагнітних хвиль радіочастотного діапазону на соціальну складову урбоекосистем [91]. В багатьох країнах світу створено центри дослідження впливу ЕМП, наприклад у Німеччині [113], Швейцарії [117], Росії [98].

Значний внесок у вивчення впливу ЕМП радіочастотного діапазону на біоту здійснили закордонні дослідники: Сподобаєв Ю. М. [65-66], A. Ahlbom, J. Bridges, W. De Jong [99], D. R. Black, L. N. Heynick [100], L. Hardell, C. Sage [103], K. Hecht [104], J. R. Jauchem [105], C. Johansen [106] та інші.

11 травня 2015 року оприлюднено відкритий лист-звернення світового наукового співтовариства до Генерального Секретаря ООН Пан Гі Муна: «Міжнародне звернення. Заклик вчених щодо захисту від впливу неіонізуючого електромагнітного поля» [115]. Під листом-зверненням підписалися 230 вчених, лікарів, інженерів, біологів з 41 країни світу, котрі займаються дослідженням біологічного впливу та впливу на здоров'я людини неіонізуючих електромагнітних полів (non-ionizing electromagnetic fields – EMF). Вчені і дослідники звернулися до ООН і урядів країн, що входять до складу Ради Безпеки ООН з проханням забезпечити керівництво в процесі розробки більш строгих рекомендацій щодо захисту від впливу ЕМП та забезпеченні поінформованості населення про ризики для здоров'я людей, особливо дітей та вагітних жінок.

Від України під зверненням підписалися Баніра О. Б. лікар Науково-медичного центру Святої Параскеви, м. Львів; Мартинюк В. С., доктор біологічних наук, професор, проректор з наукової роботи Київського національного університету імені Тараса Шевченка [26, 38] та Якименко І. Л., доктор біологічних наук, професор, науковий співробітник Інституту експериментальної патології, онкології і радіобіології імені Р. Є. Кавецького НАН України [43, 59].

Автором роботи узагальнено інформацію відомих дослідників щодо ЕМП радіочастотного діапазону, що впливає на соціальну складову ЕБ як фізичного фактору міських агломерацій вплив якого не відчувається органами чуття людини. На основі узагальнених даних можна зробити висновок, що реакція організму чоловіків та жінок (нервова та серцево-судинна системи) на вплив ЕМП відрізняється.

Вплив зміни факторів навколишнього середовища не завжди суб'єктивно відчувається людиною. До таких факторів відносяться ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону. Вплив цього фізичного фактору найбільш інтенсивний в урбанізованих територіях міст, а його вивчення представляє науковий інтерес.

Вивченням урбоекосистеми м. Івано-Франківська займалися науковці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу та Івано-Франківського національного медичного університету О. М. Адаменко, Є. І. Крижанівський, Є. М. Нейко, Л. В. Міщенко, Н. І. Кольцова, М. М. Назарук, Н. В. Фоменко, Сельський В. К., Сав'юк М. І., Міщенко Л. В. та інші [2, 44, 47-48, 50, 69].

Вивченню ЕМП Івано-Франківська присвячені роботи Є. Д. Кузьменко, О. В. Подолян [2, 32], котрі створили карту аномалій магнітного поля території м. Івано-Франківська (рис. 1.2).

О. М. Адаменко (1993, 1996, 1998, 2001, 2004) розробив «Комп'ютерну інформаційно-аналітичну та прогнозно-керуючу систему екологічного моніторингу техногенно-екологічної безпеки, прогнозу та попередження надзвичайних ситуацій (КСЕБ)». КСЕБ розроблена на прикладі м. Івано-Франківська і може бути використана на території будь-якого міста, призначена для визначення рівня техногенного впливу на урбоекосистеми, який може мати незначне відхилення від норми, бути критичним чи навіть катастрофічним. При чому, сама норма відповідає первинному екологічному стану довкілля, який був на даній території до появи тут міста. Такий стан називають нульовим екологічним фоном (О. М. Адаменко, 2004).

Місто – складна екосистема, що характеризується великою кількістю внутрішніх і зовнішніх зв'язків природного, технічного і соціального походження. Складна екосистема міста утворена переважно двома підсистемами, що взаємодіють між собою, – природною і антропогенною. В свою чергу природна підсистема поділяється на геосистему, гідросистему, аеросистему і біосистему; антропогенна – на виробничу, містобудівну і інфраструктурну підсистеми. Місто – функціонуюча і динамічна система, оскільки взаємозв'язки елементів здійснюються в режимі циклів, що повторюються і з часом воно може кількісно і якісно змінюватися [72, 73].



Рисунок 1.2 – Карта аномалій магнітного поля на території м. Івано-Франківська (за Є. Д. Кузьменком та О. В. Подолянком, 1993 рік)

Урбоекосистема – це природно-територіальний комплекс з ієрархічною структурою: від ландшафту до фації, який знаходиться під безпосереднім впливом (минулим, сучасним, майбутнім) міста. Антропогенний ландшафт урбоекосистеми – географічний ландшафт, що утворюється внаслідок

цілеспрямованої діяльності людини або опосередкованого її впливу на природний ландшафт. Складається антропогенний ландшафт з природних і змінених людиною компонентів, що взаємодіють між собою. Фація – елементарна складова частина антропогенного ландшафту, ділянка території з характерними для неї однорідною літосферною основою, рельєфом, мікрокліматом, ґрунтами, рослинним і тваринним світом [69, 71].

Урбоекосистема включає популяцію людини, виробничий комплекс, інфраструктуру і урбанізоване природне, штучне, соціально-культурне середовище; визначає допустимий рівень взаємних впливів компонентів; забезпечує розробку заходів щодо прогнозування можливих віддалених наслідків цих впливів; коригує систему природозахисних та соціально комфортних заходів [72].

Техногенне навантаження на урбоекосистему м. Івано-Франківська переважно зумовлене функціонуванням на території міста цілого ряду різногалузевих промислових підприємств.

На території міста Івано-Франківська виробничо-господарська діяльність обумовлює негативний вплив на стан навколишнього природного середовища і умови життєдіяльності населення. У зв'язку з цим необхідно впроваджувати заходи для формування безпечного для життєдіяльності людей навколишнього середовища, запроваджувати у виробничу діяльність замкнутий цикл: «добування ресурсів – виробництво – споживання – утилізація відходів – відновлення ресурсів». Виробничо-господарська діяльність повинна базуватись на принципах:

- екологічно чистого виробництва, яке характеризується відсутністю або незначним (екологічно безпечним) впливом на навколишнє природне середовище;

- впровадження технологій, які забезпечують економію енергетичних і матеріальних ресурсів, утилізацію і повторне використання відходів;

- систематичного контролю за станом і якістю навколишнього природного середовища.

Основними забруднювачами на території міста Івано-Франківська є промислові підприємства, підприємства теплопостачання, а також автотранспорт.

Загальна кількість викидів забруднюючих речовин від стаціонарних і пересувних джерел у 2015 році становила 13,6 тис. тонн. Порівняно з 2010 роком вона збільшилась на 0,8 тис. тонн за рахунок зменшення викидів від стаціонарних джерел.

З 2005 року кількість викидів із стаціонарних джерел залишається майже на одному рівні і коливається в межах 500-700 тон за рік. Серед підприємств (стаціонарні джерела) найбільшими забруднювачами атмосферного повітря є:

- ДМП «Івано-Франківськтеплокомуненерго» 194,6 тон за рік;
- ВАТ «Івано-Франківський локомотиворемонтний завод» 117,6 тон за рік;
- Івано-Франківське обласне державне об'єднання спиртової промисловості 52,7 тон за рік;
- ВАТ «Івано-Франківський хлібокомбінат» 12,5 тон за рік;
- ЗАТ «Солід» 11,8 тон за рік;
- ДП «63 котельно-зварювальний завод» 10,4 тон за рік.

У загальній кількості викидів переважають викиди від пересувних джерел (96 %). Їх кількість за період 1995-2015 роки коливається у межах 12900-17300 тон за рік [75].

Екологічна ситуація урбанізованої території визначається не лише наявністю забруднюючих речовин антропогенного походження, але може залежати від природних факторів. Тому важливим аспектом вивчення і аналізу сучасної екологічної ситуації стає комплекс досліджень, який вивчає геологічну будову, рельєф, ґрунти; режим підземних і ґрунтових вод, метеорологічні умови території, напрямки і швидкість переважаючих вітрів. Ландшафтні умови території дають можливість аналізувати екологічну ситуацію з точки зору ступеня стійкості території до

трансформації. Ці і ряд інших чинників мають визначальний вплив на формування екологічної ситуації території досліджень [69, 71].

Проблема впливу ЕМП на біоту і оцінка небезпеки для людини займає важливе місце в діяльності міжнародних організацій та відповідних державних органів промислово розвинених країн. На міжнародному рівні основним органом комплексної координації проблеми забезпечення безпеки екосистем в умовах впливу ЕМП є Всесвітня організація охорони здоров'я, котра з 1995 року реалізує довготривалий електромагнітний проект (WHO EMF Project, 1995). Основне завдання проекту – координація відповідних досліджень міжнародних інституцій та узагальнення результатів з метою напрацювання глобальних оцінок і рекомендацій з проблеми біологічного впливу ЕМП. З 1998 року програма ВООЗ включила в сферу своїх інтересів проблему впливу ЕМП на навколишнє середовище і елементи екосистем. Важливим органом практичної реалізації електромагнітної безпеки стала Міжнародна Комісія по захисту від неіонізуючого випромінювання (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), 2000). Діяльність комісії направлена на забезпечення електромагнітної безпеки людини. З окремих питань електромагнітної безпеки ВООЗ співпрацює з іншими міжнародними організаціями – Міжнародним агентством з вивчення раку, Міжнародною електротехнічною комісією, Міжнародним радіотехнічним союзом та іншими.

Проблему врегулювання забруднення навколишнього середовища ЕМП і контролю джерел вирішують профільні державні заклади та природоохоронні організації. Наприклад, у США це Агентство з охорони навколишнього середовища (US Environment Protection Agency), в Німеччині – Міністерство з охорони навколишнього середовища і ядерної безпеки (Bundes ministerium Umwelt für Naturschutz und Reaktorsicherheit), в Нідерландах – Міністерство будівництва, територіального планування і охорони навколишнього середовища (Department of Housing, Spatial Planning and the Environment) та інші.

Окремими питаннями регулювання рівня ЕМП займаються державні органи з вивчення радіаційних випромінювань (департамент в системі Агентства з охорони навколишнього середовища США (US Environment Protection Agency), Національна рада з радіаційного захисту Великобританії (National Radiological Protection Board), Департамент з радіаційного захисту Швеції (Swedish Radiation Protection Authority), Федеральне агентство з радіаційного захисту Німеччини (German Federal Office for Radiation Protection).

В багатьох країнах реалізуються довготривалі міжнародні і національні проекти з оцінки впливу ЕМП на населення. Наприклад, Міжнародний проект ВООЗ «ЕМП і здоров'я» (EMF & health, 2012), програма Європейського Союзу COST (European cooperation in science and technology, 2010), Національна програма США досліджень електричних і магнітних полів і поширення суспільної інформації (The electric and magnetic fields research and public information dissemination (EMF-RAPID) program, 1994-1998). Свої програми дослідження ЕМП також мають Швеція, Фінляндія, Великобританія, Франція, Німеччина, Данія, Австралія, Японія, Канада. Реалізація таких міжнародних та національних програм та проектів спрямована на оцінку впливу ЕМП техногенного походження на організм людини.

В Україні та країнах пострадянського простору основним критерієм санітарного нормування ЕМП прийнято положення, відповідно до якого безпечним для людини вважається ЕМП такої інтенсивності, котра не приводить до порушення гомеостазу в організмі людини і не змінює захисних та адаптаційно-компенсаторних механізмів організму ні у близькому, ні у віддаленому періоді часу.

Сучасний стан розвитку урбоєкосистем характеризується погіршенням екологічної ситуації по електромагнітному фактору. Такий стан справ спостерігається в першу чергу через домінування комерційних та споживацьких тенденцій в питаннях використання ЕМП, розміщення РТО в

зонах масового скупчення людей, відсутність аналізу електромагнітної ситуації в містах та невідповідність нормативних документів, що регламентують параметри ЕМП в навколишньому середовищі та на робочих місцях.

Техногенне навантаження на урбоекосистему спричиняють і ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону. Однак, інформації і статистичних даних про їх вплив не достатньо.

В Україні публікації про вплив ЕМП техногенного походження на організм людини зустрічаються рідко, а інформація про створення центру дослідження впливу ЕМП на біоту, соціоекосистему взагалі чи урбоекосистему зокрема – відсутня.

Отже, ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону – це фактор навколишнього середовища вплив якого суб'єктивно не відчувається людиною. Інтенсивність дії цього фактору найбільша в урбоекосистемах, а реакція організму чоловіків та жінок у відповідь на дію цього фактору – відрізняється.

Питання впливу ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону на організм людини потребує вирішення і лежить в управлінській, юридичній, технічній, соціальній, біологічній, медичній та екологічній площині, визначається як фізичний фактор середовища, котрий впливає на соціальну складову ЕБ урбанізованих територій та представляє значний науковий інтерес.

1.2. Огляд стану техногенного навантаження на урбоекосистему м. Івано-Франківська, спричиненого електромагнітними полями радіочастотного діапазону

Збільшення кількості і зростання потужності різних джерел неіонізуючої радіації техногенного походження створюють додаткове антропогенне ЕМП, що за певних умов може несприятливо впливати на здоров'я населення. ЕМП

фактично покривають всі урбанізовані території [2]. Зважаючи на це виникла проблема медико-біологічного вивчення впливу ЕМВ на організм людини в умовах урбоекосистем [3].

Вимірювання ЕМП на частотах телеканалів та ультракоротких хвиль в Івано-Франківську проводили Є. Д. Кузьменко та О. В. Подолян (1993 рік). Для вимірювання на території урбоекосистеми Івано-Франківська було визначено 29 точок, для вимірювання використовували селективний транзисторний вольтметр 5 ТУ-401. Вимірювання Е проводились в діапазоні частот 50 Гц, 66-300 МГц. Вимірювали напруженість електричної складової змінного електромагнітного поля для 2, 7 і 9 каналів телевізійного мовлення та 1 і 2 програм ультракоротких хвиль.

Дослідники визначили середнє значення Е для урбоекосистеми Івано-Франківська 0,305 В/м. Значення Е вищі від середнього були зафіксовані біля телевізійної вежі, на вулицях Вовчинецькій (біля ВО «Позитрон»), Галицькій (біля ВО «Карпати») та Шевченка (початок вулиці). Найбільші значення Е зафіксували поблизу високовольтних ліній електропередач: в районі ВО «Карпатпресмаш» 330 кВ/м; вулиць Набережної імені В. Стефаніка, О. Довженка та С. Петлюри 110 кВ/м.

ЕМВ виникає внаслідок випромінювання енергії від будь-яких джерел електричних струмів. Це періодично змінне в просторі ЕМП, в якому змінні електричне і магнітне поля тісно взаємопов'язані, а зміна електричного поля спричиняє зміну магнітного поля, і навпаки.

ЕМП радіохвиль включає весь діапазон радіочастот, обмежений, з одного боку, частотою 30 кГц, а з іншого – частотою 300 ГГц. Ця ділянка спектра електромагнітних хвиль використовується в радіомовленні, телебаченні, радіолокації, радіоастрономії, стільниковому та супутниковому зв'язку. Частота коливань ЕМП визначається частотою коливань збудливого джерела і в процесі поширення радіохвиль не змінюється [13].

Електрична складова ЕМП характеризується напруженістю електричного поля (Е), магнітна складова – напруженістю магнітного поля

(Н). Величини E і H змінюються в часі по одному і тому ж закону, а співвідношення між їхніми миттєвими значеннями залишається постійним.

Окрім поняття напруженості електричного поля, в практиці для оцінки величини електромагнітного поля для ультрависоких і надвисоких частот використовують поняття поверхневої ГПЕ. Поверхнева ГПЕ – це кількість енергії, що проникає через одиницю площі, перпендикулярну до напрямку поширення електромагнітної енергії. Між величиною поверхневої ГПЕ і напруженістю електричного поля існує залежність: $ГПЕ = E^2 / 3,77$ [19].

Простір навколо джерела ЕМП умовно поділяють на ближню зону (зону індукції) та дальню зону (зону випромінювання). Ближня зона охоплює простір, що має радіус, який приблизно дорівнює $1/6$ довжини хвилі. У цій зоні електромагнітна хвиля ще не сформована, тому інтенсивність ЕМП оцінюється окремо напруженістю магнітної та електричної складових поля, несприятлива дія ЕМП у цій зоні переважно обумовлена електричною складовою [1, 7].

Вплив ЕМП техногенного походження визначають окремо за E та відповідно до μ [58]. Згідно з наказом Міністерства охорони здоров'я України № 1040 від 29. 11. 2013 року «Про затвердження Методики розрахунку розподілів рівнів електромагнітного поля» з урахуванням «Державних санітарних норм і правил захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України № 239 від 01. 08. 1996 року ГДР ЕМП в частотному діапазоні 30 – 300 МГц становлять 3 В/м, а в частотному діапазоні 300 МГц – 300 ГГц – $2,5 \text{ мкВт/см}^2$. Для порівняння – у Російській федерації та Білорусі така норма становить 10 мкВт/см^2 , а у деяких країнах Європи – 100 мкВт/см^2 .

Деякі автори вважають [20, 30, 62, 88, 105, 112], що тривалий вплив магнітного поля напруженістю 0,16 А/м (200 нТл) для промислової частоти 50 Гц становить небезпеку для здоров'я людини.

На сьогодні в Україні найбільш поширеними джерелами ЕМВ є базові станції мобільного зв'язку та абонентські радіотелефони. На території України чисельність базових станцій досягає декількох десятків тисяч, а телефонів – понад 50 мільйонів, на урбанізованій території м. Івано-Франківська розміщено 95 базових станцій, а кількість мобільних телефонів – близько 250 тисяч. Отже, впливу ЕМВ, що створюється стільниковим обладнанням піддається все більша кількість населення.

Стільниковий зв'язок для своєї роботи використовує діапазон частот від 450 МГц до 2100 МГц і більше. До 2005 р. в Україні використовувалось обладнання, що працює в діапазоні частот 450 МГц (NMT-450) та 900 МГц (GSM-900), а з 2005 р. застосоване обладнання стандарту DCS-1800 (1800 МГц). Цей стандарт широко впроваджений в повсякденну практику мобільного зв'язку і потребує гігієнічного обґрунтування, як джерело ЕМВ, яке не отримало відповідної гігієнічної оцінки.

Антени базових станцій стандарту DCS-1800 на прилеглих до них територіях на висоті 1,8 м над поверхнею землі і на відстані 1-150 м від них створюють ЕМП, поверхнева густина потоку енергії якого знаходиться в межах 0,0018-0,053 мкВт/см² відповідно. З підвищенням висоти рівні електромагнітного поля різко збільшуються і можуть перевищувати гігієнічний норматив для населення 2,5 мкВт/см². Радіус розподілу небезпечних рівнів ЕМВ в залежності від висоти встановлення антени над рівнем землі знаходиться в межах 30-80 м.

При близькому розташуванні антен базових станцій мобільного зв'язку стандарту DCS-1800 та GSM-900 радіус небезпечних рівнів ЕМВ зростає, і внаслідок цього зростає зона обмеження забудови. Аналогічні явища спостерігаються при сумісному розташуванні антен базових станцій стандарту DCS-1800 з іншими джерелами ЕМВ [94].

Отже, визначення ГПЕ та напруженості електричної та магнітної складових ЕМП, створення системи моніторингу параметрів ЕМП в межах урбоєкосистеми та візуалізація цих даних картографічним методом становить

науковий інтерес та має велике значення для управління соціальною складовою ЕБ урбанізованих територій.

1.3. Вплив електромагнітних полів радіочастотного діапазону на серцево-судинну систему людини

Взаємодія організму людини з фізичними факторами навколишнього середовища антропогенного походження ґрунтується на положенні про те, що кожен живий організм є відкритою системою. Тобто між живим організмом і навколишнім середовищем постійно відбувається обмін речовин, енергії та інформації.

ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону – це фізичний фактор навколишнього середовища антропогенного походження, що суб'єктивно не відчувається органами чуття людини і разом з геліогеофізичними факторами спричиняє неспецифічний вплив на організм.

Природні ЕМП є необхідною складовою частиною абіотичного компоненту екосистем. Електромагнітний фон Землі складається з постійного геомагнітного поля з джерелом, що знаходиться всередині Землі, й змінного, обумовленого наднизькочастотними (до 5 Гц) варіаціями геомагнітного поля та низькочастотними, обумовленими сумарною грозовою діяльністю [3, 34]. Магнітне поле Землі утворює магнітосферу, яка зазнає тиску сонячного вітру, що призводить до зміни радіусу сферичної порожнини Землі – іоносфери. Оскільки власні частоти цієї порожнини визначаються висотою нижньої межі іоносфери, то зміна частот електромагнітного фону відбувається після збурень на Сонці. Це може викликати зрушення фізіологічних показників живих організмів і організму людини в тому числі.

Параметри середовища існування людини постійно змінюються в циклі сонячної активності, зокрема, як було зазначено вище, змінюються властивості частот електромагнітного фону Землі. Окрім того, ЕМВ

техногенного походження можуть порушувати рівновагу в комплексі абіотичних чинників [51].

Під впливом ЕМВ в організмі людини виникають загальна слабкість, підвищена втома, розлади сну, головний біль, з'являється роздратування і втрата уваги, виникають симптоми порушення роботи шлунку, печінки, селезінки, залоз змішаної та внутрішньої секреції, пригнічуються харчові та статеві рефлекси, реєструються зміни артеріального тиску, частота серцевих скорочень, форма електрокардіограми [3, 6, 10, 34, 106-108].

Медичні дослідження доводять, що найбільш чутливими до впливу ЕМП техногенного походження в організмі людини є нервова, серцево-судинна, ендокринна, статева системи та очі, а також ЕМП можуть спричиняти значний вплив на інтенсивність обміну речовин [6, 10, 35, 53, 76-77, 101-102, 104, 110], провокують синдром як медичне явище в результаті гострого та хронічного опромінення ЕМП радіочастотного діапазону з не смертельною інтенсивністю, рівною чи більшою 10 мВт/см^2 . До симптомів належать реакції центральної нервової системи та клінічні ознаки автономних систем, що проявляються в змінах настрою та поведінки. Клінічні прояви мають серцево-судинну, шлунково-кишкову чи ендокринну природу [93, 106, 121].

Клінічні прояви впливу ЕМП на організм людини при різній інтенсивності ЕМП:

- 600 мкВт/см^2 і більше: больові відчуття в період опромінення;
- $200\text{-}600 \text{ мкВт/см}^2$: пригнічення окисно-відновних процесів у тканинах;
- $100\text{-}200 \text{ мкВт/см}^2$: підвищення артеріального тиску з наступним його пониженням внаслідок довготривалої дії ЕМП, при тривалому впливу – стійка гіпотонія;
- $40\text{-}100 \text{ мкВт/см}^2$: відчуття тепла, розширення судин, при довготривалій дії – підвищення артеріального тиску на 20-30 мм. рт. ст.;
- $20\text{-}40 \text{ мкВт/см}^2$: стимуляція окисно-відновних процесів в тканинах;

- 10-20 мкВт/см²: підвищена втомлюваність, зміна біоелектричної властивості мозку;
- 8-10 мкВт/см²: біохімічні зміни складу крові, при довготривалій дії – зміна здатності крові до згортання;
- 6-8 мкВт/см²: зміни електричної активності провідної системи серця, порушення роботи серця, що фіксуються на електрокардіограмі, зміни в роботі рецепторного апарату;
- 4-6 мкВт/см²: зміна артеріального тиску, зниження кількості лейкоцитів та еритроцитів у крові;
- 3-4 мкВт/см²: виражений характер зниження артеріального тиску, збільшення ЧСС, коливання об'єму крові серця;
- 1-3 мкВт/см²: зниження артеріального тиску, збільшення ЧСС, незначні коливання об'єму крові серця, при тривалому впливі зниження очного тиску;
- 0,4-1 мкВт/см²: слуховий ефект при впливі імпульсних ЕМП;
- 0,3-0,4 мкВт/см²: зміни в роботі нервової системи при тривалому впливі протягом 5-10 років;
- 0,1-0,3 мкВт/см²: фіксуються електрокардіографічні зміни роботи серця;
- 0,05-0,1 мкВт/см²: тенденція до пониження артеріального тиску при довготривалому впливі НМП [29, 62, 93, 106, 121].

Наслідком довготривалого впливу ЕМП високих і надвисоких частот можуть бути фізіологічні зміни в роботі серцево-судинної системи: зниження артеріального тиску, брадикардія, уповільнення внутрішньошлуночкової провідності, а також дисбаланс вмісту іонів калію, кальцію та натрію в крові [29, 62].

Дослідники відзначають збільшення випадків захворювання на ішемічну хворобу серця і гіпертонічну хворобу в машиністів електролокомотивів і машиністів метрополітену; на гіпертонічну хворобу і нейроциркуляторну

дистонію за кардіальним типом – у регулювальників радіопередавальних пристроїв зв'язку високочастотного діапазону [17, 62].

Регуляція роботи серця в організмі людини здійснюється місцевими та центральними механізмами. До місцевих механізмів регуляції відносяться міогенні, нервові та гуморальні, присутні у самому серці.

Міогенні механізми регуляції: 1) переднавантаження – чим більше розтягнутий шлуночок серця притікаючою кров'ю, тим більша сила його скорочень; 2) післянавантаження – підвищення сили скорочення лівого шлуночка при зростанні діастолічного тиску в аорті; 3) частота серцевих скорочень – при збільшенні частоти скорочень серця сила скорочень зростає.

Місцевий нервовий механізм регуляції роботи серця забезпечує провідна система серця (синоатріальний вузол, міжвузлові передсердні шляхи, атріовентрикулярний вузол, пучок Гіса та його ніжки, волокна Пуркін'є), котра здатна до спонтанної ритмічної деполяризації мембран, яка призводить до генерування потенціалу дії та скорочення міокарда.

Центральні механізми регуляції роботи серця забезпечуються симпатичним відділом нервової системи (збільшує силу скорочення міокарда, збільшує ЧСС, збільшує швидкість проведення збудження провідною системою серця, підвищує збудливість серця) та парасимпатичним відділом нервової системи (зменшує силу скорочення міокарда, зменшує ЧСС, зменшує швидкість проведення збудження провідною системою серця, понижує збудливість серця). Отже, регуляція роботи серця визначається взаємодією внутрішньосерцевих та позасерцевих її механізмів [74].

Отже, тривалий вплив ЕМП радіочастотного діапазону на соціальну складову урбоєкосистем може спричиняти порушення в регуляції роботи серцево-судинної системи людини, що гіпотетично може сприяти розвитку ішемічної хвороби серця, цереброваскулярних хвороб та гіпертонії. Причому, в умовах урбоєкосистеми ризику зростають.

1.4. Постановка проблеми та обґрунтування напрямків досліджень

Забруднення навколишнього природного середовища ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону, що суб'єктивно не відчуються людиною, спричиняє низку екологічних проблем, пов'язаних в першу чергу з електромагнітною ситуацією в урбоекосистемах. Найбільший науковий інтерес викликає вплив ЕМВ на соціальну складову ЕБ міських агломерацій, оскільки наукові дані щодо такого впливу достатньо суперечливі, а наукових даних щодо системного моніторингу урбоекосистем за електромагнітним фактором недостатньо. Вивчення та вирішення питання впливу ЕМП на соціальну складову ЕБ міських агломерацій є комплексним і лежить в біофізичній, медико-біологічній, науково-технічній, юридичній та управлінській площині.

Метою роботи є зменшення на системному рівні антропогенного електромагнітного навантаження на соціальну складову урбоекосистем (на прикладі міської агломерації Івано-Франківська) на основі запропонованих теоретичних закономірностей впливу ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону на серцево-судинну систему чоловіків та жінок.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- визначити інтенсивність впливу ЕМП техногенного походження частотного діапазону 50 МГц – 3,5 ГГц на соціальну складову урбоекосистеми м. Івано-Франківська;
- провести аналіз стану здоров'я населення м. Івано-Франківська стосовно хвороб серцево-судинної системи, які ймовірно виникли під впливом ЕМП радіочастотного діапазону;
- розробити математичну модель дослідження впливу ЕМП техногенного походження частотного діапазону 50 МГц – 3,5 ГГц на соціальну складову урбоекосистеми;
- дослідити зв'язки між параметрами роботи серцево-судинної системи жителів урбоекосистеми м. Івано-Франківська та

параметрами ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону, що на них впливають;

- розробити програму для моніторингу ЕМП в урбоекосистемі м. Івано-Франківська;
- розробити управлінські рішення з підвищення рівня ЕБ соціальної складової міської агломерації м. Івано-Франківська.

Основною проблемою захисту населення міст від підвищеного рівня параметрів ЕМП техногенного походження є неможливість діагностування і завчасного виявлення загрози, оскільки ЕМП суб'єктивно не відчувається людиною, вплив ЕМП на фізіологічні і біохімічні показники організмів чоловіків і жінок – відрізняються, на організм людини одночасно діє цілий комплекс абіотичних та антропогенних факторів середовища і виділити вплив саме ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону складно [7, 10, 14].

Фізіологічно організм людини володіє компенсаторними адаптаційними механізмами регуляції роботи систем органів та підтримання гомеостазу щодо впливу антропогенних факторів. Однак, збільшення напруженості Е та Н та збільшення рівня поверхневої ГПЕ в урбоекосистемах призводять до порушення компенсаторно-адаптаційних механізмів організмів чоловіків та жінок, що в свою чергу може приводити до розвитку патологічних процесів та хвороб [14, 74]. Найбільш чутливими в організмі людини до збільшення інтенсивності електромагнітного випромінювання є нервова та серцево-судинна система [76, 81, 104, 107].

Тому прогнозування та моніторинг електромагнітного навантаження на урбоекосистему міської агломерації становить науковий інтерес і є основою для реалізації системного управлінського підходу до вирішення проблеми захисту населення урбанізованих територій від ЕМП радіочастотного діапазону.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

2.1. Методи еколого-географічних досліджень

Розвиток телебачення, радіозв'язку, радіолокації, розширення мережі високовольтних ліній електропередач, застосування високочастотної енергії в різних сферах народного господарства і в побуті призвело до значного зростання рівня ЕМВ у містах та населених пунктах.

Електромагнітні хвилі різних діапазонів, в тому числі радіочастотні, існують в природі, утворюючи природний фон. Збільшення кількості і зростання потужності різних штучних джерел неіонізуючої радіації створюють ЕМП техногенного походження, що за певних умов може несприятливо впливати на здоров'я населення [17-20]. Зважаючи на це, виникла проблема вивчення впливу ЕМВ на організм людини в умовах урбоекосистеми [56-57].

ЕМВ виникає внаслідок випромінювання енергії від будь-яких джерел електричних струмів (промислові генератори високої частоти, генератори телевізійних і радіолокаційних станцій, базові станції мобільного зв'язку, рентгенівські установки та інші джерела). Це періодично змінне в просторі ЕМП, в якому змінні електричне і магнітне поля тісно взаємопов'язані, і будь-яка зміна електричного поля спричиняє зміну магнітного поля і навпаки.

Електромагнітні хвилі, поширюючись в просторі, переносять енергію на значні відстані. Електрична складова ЕМП характеризується напруженістю електричного поля (E), магнітна складова – магнітною напруженістю (H). Крім поняття напруженості електричного поля, в практиці для оцінки величини ЕМП для ультрависоких і надвисоких частот використовують поняття поверхневої ГПЕ (μ).

Поверхнева ГПЕ – це кількість енергії, що проходить через одиницю площі поверхні, перпендикулярної до напрямку поширення електромагнітної енергії. Поверхневу ГПЕ оцінюють у ватах на метр квадратний (Вт/м^2) або у мікроватах на сантиметр квадратний (мкВт/см^2).

Вимірювання ЕМП в урбоєкосистемі пов'язане з певними труднощами:

- 1) не завжди є можливість дізнатися параметри джерела ЕМВ;
- 2) місцезнаходження джерела ЕМВ не завжди відоме;
- 3) часто відсутня інформація про параметри і структуру ЕМП, що випромінюється;
- 4) джерела, що випромінюють ЕМП, часто знаходяться близько біля людини, в зоні індукції [12].

ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону, що може бути причиною небезпеки для соціальної складової урбоєкосистеми, фактично виступає як ближнє індукційне поле. Тому тут електричну складову E та магнітну складову H необхідно вимірювати окремо, на відміну від дальнього поля, де по одній виміряній складовій ЕМП можна знайти іншу.

Вектор Пойнтінга у ближньому полі є комплексною величиною, його напрям залежить від структури джерела випромінювання та відстані від нього [13].

В залежності від відношення E/H ближнє поле може бути високоімпедансним (електричним) або низькоімпедансним (магнітним) [12]. Тому якщо йдеться про вимірювання ЕМП в ближній зоні щодо впливу на соціальну складову урбоєкосистеми, то доцільно вимірювати напруженість електричної складової (E , В/м), напруженість магнітної складової (H , А/м) та ГПЕ (μ , мкВт/см^2 або Вт/м^2). При цьому потрібно враховувати вплив поляризації випромінювання, частоту, модуляцію ЕМП та час впливу на людину.

Для вирішення поставлених завдань вибрана урбоєкосистема м. Івано-Франківська [46, 69, 71]. Використовуючи картографічний метод екологічних

досліджень на урбанізованій території м. Івано-Франківська, що вибрана тест-полігоном, визначили 122 точки на відстані 200-500 метрів.

Вибір контрольних точок тест-полігону проводився відповідно до специфіки забудови міста з урахуванням місць великого і тривалого скупчення людей та місць з імовірно підвищеною електромагнітною небезпекою: загальноосвітні навчальні заклади, навчальні заклади I-II рівнів акредитації, вищі навчальні заклади, лікувальні установи, культові споруди, великі житлові будинки, мости через річки Бистриця Надвірнянська та Бистриця Солотвинська, залізничний вокзал, залізнична колія та мости через неї, великі магазини, кінотеатри, зупинки автотранспорту на вулицях з тролейбусним рухом та інші [48].

Урбоєкосистема Івано-Франківська займає площу 51,36 км², загальна площа м. Івано-Франківська – 83,73 км² [8, 84]. Середня густина розміщення контрольних точок на тест-полігоні становить 2,4 точки на 1 км², причому в центральній частині міста густина розміщення контрольних точок дещо більша (рис. 2.1).

Карта створена за допомогою геоінформаційної системи ГІС MapInfo Professional 10.0, а точки тест-полігону позначено з допомогою сервісу Google Maps.

Електромагнітна енергія, що випромінюється антенами передавальних РТО, поширюється в просторі, утворюючи ЕМП, яке прийнято характеризувати двома нерозривно пов'язаними складовими – електричною (Е) і магнітною (Н).

ГДР напруженості електричного поля (електрична складова ЕМП), що виражаються середньоквадратичним (ефективним) значенням, і рівень поверхневої ГПЕ (μ), який виражається середнім значенням, визначаються в залежності від частоти (довжини хвилі) і режиму випромінювання.

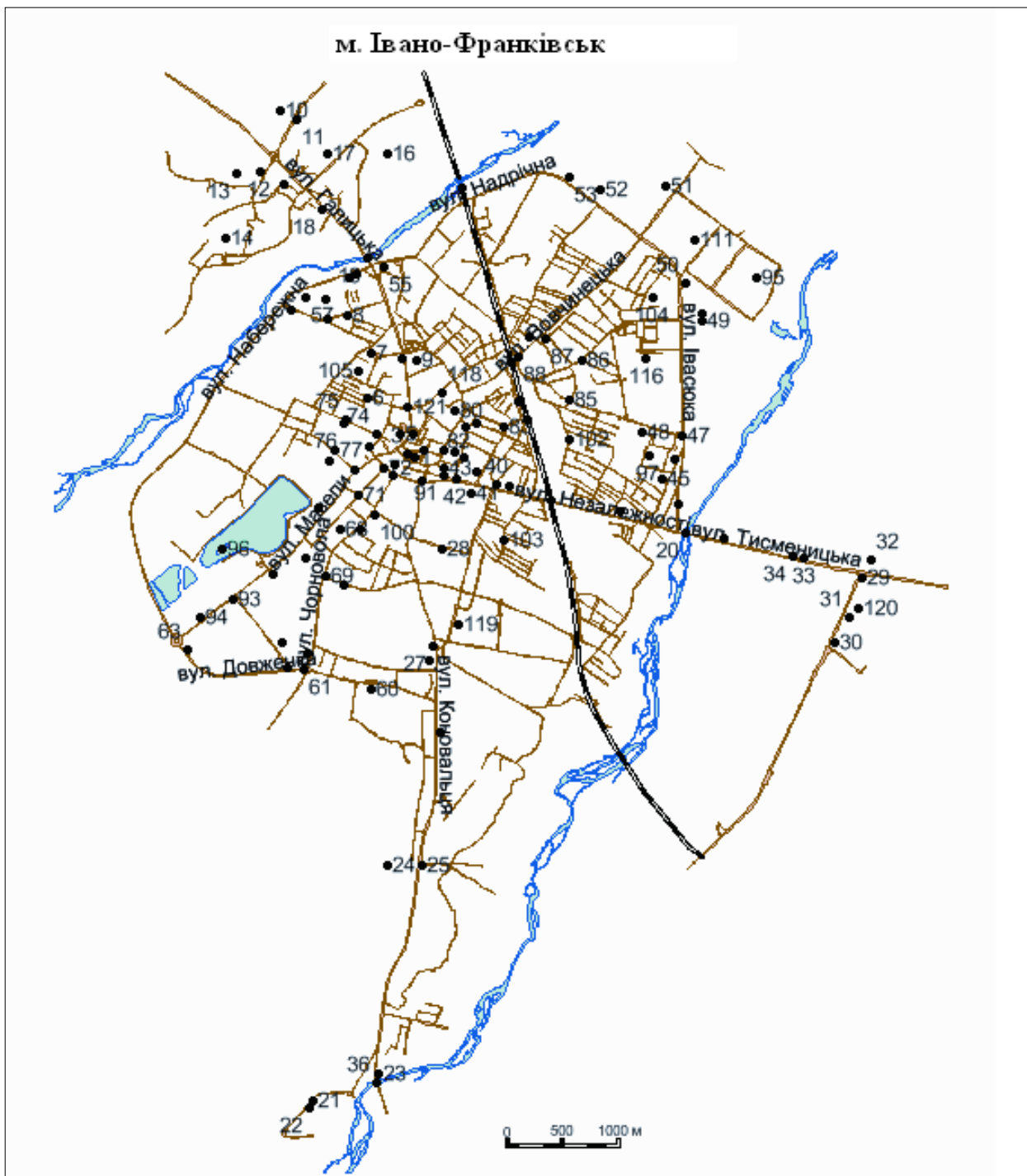


Рисунок 2.1 – Точки тест-полігону на карті м. Івано-Франківська

Такі ГДР визначаються Державними санітарними правилами та нормами, затвердженими наказом Міністерства охорони здоров'я України № 239 від 1 серпня 1996 року, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 29 серпня 1996 року за № 488/1513 [77] та Методикою розрахунку розподілу рівнів електромагнітного поля, затвердженою наказом

Міністерства охорони здоров'я України № 1040 від 29 листопада 2013 року, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17.12.2013 року за № 2130/24662 [87], відповідно до таблиці:

Таблиця 2.1 – Гранично допустимі рівні ЕМП, які створюють радіостанції (безперервне випромінювання, амплітудна або кутова модуляція)

№ діапазону	Метричний розподіл діапазонів	Частоти*	Довжини хвиль	ГДР
5	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30 - 300 кГц	10 - 1 км	25 В/м
6	Гектометрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3 - 3 МГц	1 - 0,1 км	15 В/м
7	Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ)	3 - 30 МГц	100 - 10 м	$31g\lambda$ В/м **
8	Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ)	30 - 300 МГц	10 - 1 м	3 В/м
9	Дециметрові хвилі (ультрависокі частоти, УВЧ)	300 - 3000 МГц	1 - 0,1 м	2,5 мкВт/см ²
10	Сантиметрові хвилі (надвисокі частоти, НВЧ)	3 - 30 ГГц	10 - 1 см	
11	Міліметрові хвилі (надзвичайно високі частоти, НЗВЧ)	30 - 300 ГГц	1 - 0,1 см	

* Діапазони, наведені в таблиці, виключають нижню, включають верхню межу частоти.

** λ – довжина хвилі в метрах, або ГДР = $7,43 - 31g(f)$, де f – частота в МГц.

Рівень ЕМП на урбанізованій території не повинен перевищувати ГДР, встановлені цими нормативними документами.

Виходячи з вищесказаного, у кожній точці тест-полігону вимірювалася напруженість електричного поля (Е), напруженість магнітного поля (Н) та поверхнева густина потоку енергії (μ).

Для апаратного вимірювання параметрів ЕМП використовувався тестер електромагнітних полів Tenmars RF three-Axis Field Strength Meter TM-195 [122]. Прилад застосовують для вимірювання електромагнітних полів техногенного походження в частотному діапазоні 50 МГц – 3,5 ГГц, зокрема для вимірювання напруженості поля високочастотних електромагнітних хвиль, поверхневої ГПЕ антен баз мобільного зв'язку, додатків безпроводних комунікацій (CW, TDMA, GSM, DECT), передавачів, безпроводних мереж LAN (Wi-Fi), визначення витоку мікрохвильових печей, безпечності рівня випромінювання мобільних телефонів, визначення електромагнітної безпеки робочих і житлових приміщень. Прилад працює з частотою дискретизації – 3 вимірювання за 1 сек. і дозволяє проводити виміри миттєвого, середнього та максимального значення вимірюваної величини. Для ізотопних вимірювань ЕМП прилад обладнаний триканальним сенсором. Налаштування дозволяють використовувати окремо осі X, Y чи Z сенсора (неізотопне вимірювання ЕМП) або всі осі одночасно (ізотопне вимірювання ЕМП).

У кожній точці тест-полігону проводилося ізотопне вимірювання ЕМП на відстані 1,8 м від поверхні ґрунту протягом 10 хв., причому прилад розміщувався нерухомо і на відстані не менше 1 м від експериментатора. Також прилад розміщувався сенсором в напрямку потенційного джерела ЕМВ. Аналогічні виміри проведено у контрольній точці (сільська місцевість, неурбанізована територія). Отримані результати представлено в додатку А.

2.2. Методи медико-екологічних досліджень

Методи медико-екологічних досліджень для визначення рівня захворюваності населення визначаються як загальнонаукові. До них відносяться методи емпіричного дослідження: спостереження, вимірювання, порівняння, а також емпірико-теоретичні методи: аналіз, синтез, індукція, дедукція, аналогія, моделювання [92, 118].

На сучасному етапі розвитку медико-екологічних досліджень різних регіонів України детальні роботи такого плану для Івано-Франківської області та міста Івано-Франківська виконані Є. М. Нейком [49-50]. Методичне значення для медико-екологічних досліджень урбанізованої території міста Івано-Франківська має робота Л. В. Міщенко [45].

Незважаючи на велику кількість проведених у різних регіонах України досліджень з оцінки впливу екологічних факторів на здоров'я населення, єдиного методу таких досліджень немає.

Нами запропоновано спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему, яка є чутливим індикатором порушень фізіологічних процесів людини. Відповідні показники вимірювалися тонометром Omron M2 Basic. В основу корисної моделі поставлено задачу винайти спосіб, що дозволяє виявити і дослідити вплив ЕМП техногенного походження на серцево-судинну систему людини. Спосіб базується на спостереженні роботи серця людини, що перебуває на території підвищеного впливу ЕМП і для порівняння показників на території контрольної зони, де вплив ЕМП не перевищує норми. Для ведення спостережень в якості показника артеріального тиску ϕ зручно користуватись часткою, яку складає нижній (діастолічний) тиск D по відношенню до верхнього (сistolічного) S : $\phi = D/S$. Показник артеріального тиску характеризує адаптаційну реакцію організму людини на зміну умов навколишнього середовища через регуляцію артеріального тиску, яка здійснюється серцем (сistolічний тиск, S) та кровоносною системою (діастолічний тиск, D). Власне, показник артеріального тиску ϕ характеризує адаптаційну реакцію серцево-судинної системи людини в цілому [56].

Для проведення медико-екологічних досліджень у визначених точках тест-полігону урбанізованої території м. Івано-Франківська (рис. 2.1, додаток Б) одночасно із замірами напруженості електричного поля (E), магнітного поля (H) та поверхневої ГПЕ (μ) проводилися заміри частоти серцевих скорочень (ЧСС), систолічного артеріального тиску (S) та

діастолічного артеріального тиску (D). Вибір контрольних точок тест-полігону проводився відповідно до специфіки забудови міста з урахуванням місць великого і тривалого скупчення людей та місць з імовірно підвищеною електромагнітною небезпекою: загальноосвітні навчальні заклади, навчальні заклади I-II рівнів акредитації, вищі навчальні заклади, лікувальні установи, культові споруди, великі житлові будинки, мости через річки Бистриця Надвірнянська та Бистриця Солотвинська, залізничний вокзал, залізнична коля та мости через неї, великі магазини, кінотеатри, зупинки автотранспорту на вулицях з тролейбусним рухом та інші.

Для визначення S, D та ЧСС були задіяні молоді люди віком 20-22 роки, студенти Державного вищого навчального закладу «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», практично здорові за даними медичних карток студента. Саме в цьому віковому інтервалі серцево-судинна система молодих людей володіє найоптимальнішими адаптаційними та компенсаторними можливостями у відповідь на вплив фізичних факторів навколишнього середовища антропогенного походження [6, 14, 51, 59, 74].

Показники визначалися окремо для чоловіків та жінок у кожній точці тест-полігону. Заміри проводилися у другій половині дня (16-18 год.) по п'ять разів з інтервалом у 10 хв. окремо п'ятьма чоловіками і п'ятьма жінками у кожній точці тест-полігону [14, 51].

Визначення проводилися за погодних умов I та II типу за загальноприйнятою класифікацією. Для погоди I типу (дуже сприятлива погода) характерне малоградієнтне баричне поле і відсутність фронтальних зон; погода II типу (сприятлива погода) характеризується малим баричним градієнтом і проходженням фронтальних розділів. За медичними даними [11, 21] погодні умови I та II типу є оптимальними для адаптацій серцево-судинної системи чоловіків та жінок віком 18-22 роки до зміни геометеотропних умов.

У кожній точці тест-полігону визначалося середнє арифметичне для S, D та ЧСС окремо для чоловіків та жінок. На основі визначених середніх

значень S та D у кожній точці тест-полігону окремо для чоловіків та жінок визначався показник артеріального тиску ϕ . Всього проведено 5600 замірів S, D та ЧСС у 122 точках тест-полігону. З них 2800 замірів у чоловіків та 2800 замірів у жінок. По 25 замірів S, D та ЧСС чоловіками та жінками проведено у контрольній точці (сільська місцевість, неурбанізована територія). Результати досліджень представлено в додатку Б.

2.3. Метод розрахункового прогнозування електромагнітної обстановки урбоекосистеми

Одним із важливих завдань урбоекології та комунальної гігієни є прогнозування електромагнітної обстановки навколо РТО в урбоекосистемах [19, 33, 72]. Прогнозування електромагнітної обстановки повинно проводитися на стадіях проектування, будівництва чи реконструкції РТО і дозволяти оцінити вплив ЕМП на соціальну складову урбанізованих територій з точки зору виконання чинних нормативних документів [77, 87]. Окрім того, прогноз розвитку РТО обґрунтовує ресурс енергетичного потенціалу технічних засобів з точки зору електромагнітної безпеки, дозволяє оптимізувати розміщення антенних пристроїв.

Розрахунковий прогноз електромагнітної обстановки урбоекосистеми відноситься до ймовірнісних прогнозів і має на меті зафіксувати основні характеристики можливого впливу ЕМВ на соціальну складову ЕБ урбанізованих територій, оскільки природа поширення ЕМП носить ймовірнісний характер.

Електромагнітне прогнозування урбанізованих територій може бути локальним і стосуватися одного РТО в межах урбоекосистеми, субглобальним, що характеризує електромагнітну обстановку цілого міста, так і глобальним, котре стосується електромагнітної структури біосфери в цілому [22, 65, 66].

За кількістю РТО, що випромінюють ЕМП, розрахункове прогнозування може бути мультиплетним і враховувати комплекси РТО в межах урбоєкосистеми або сингулярним, що відноситься до одного РТО. За формою представлення результатів електромагнітне прогнозування може бути кількісним або описовим, за способом перевірки достовірності електромагнітне прогнозування верифікаційне, тобто таке, що перевіряється експериментальним шляхом [65, 66].

Необхідно відмітити, що ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону як фізичний фактор забруднення навколишнього середовища антропогенного походження не зв'язаний з іншими забруднюючими факторами. Тому комплексна гігієнічна оцінка впливу ЕМП та інших факторів, які забруднюють урбоєкосистему, не проводиться.

В основі прогнозування електромагнітної обстановки лежить її теоретичне обґрунтування і математичне моделювання. Математичне моделювання в екології – це методологія пізнання, конструювання, проектування та прогнозування поведінки складних екологічних систем [65].

Складність структури радіохвиль поблизу РТО, що випромінюють ЕМВ у низькочастотному, середньочастотному та високочастотному діапазонах, а також вплив інших факторів (накладання, відбивання, підсилення, поглинання ЕМП) визначають складність всебічного вирішення проблеми електромагнітного прогнозування. Ці труднощі визначають доцільність застосування методу математичного моделювання як основного методу електромагнітного прогнозування урбоєкосистем.

Також необхідно розуміти, що якою складною би не була математична модель електромагнітного прогнозування урбоєкосистеми, вона не зможе відобразити всіх фізичних явищ і процесів, які проявляються в реальних умовах. Тому математична модель повинна описувати найбільш важливі сторони фізичних явищ для наукового завдання, що вирішується. Такі спрощені математичні моделі застосовують для окремих випадків і окремих РТО для отримання цифрових результатів оціночного характеру і не

застосовують для моделювання електромагнітної обстановки комплексу антен урбоекосистеми. Спрощені математичні моделі прогнозування електромагнітної обстановки універсальні, підходять для РТО, що випромінюють у радіочастотному діапазоні та володіють високим рівнем адекватності.

Нами запропонована локальна і сингулярна математична модель прогнозування електромагнітної обстановки урбоекосистеми для окремого РТО.

Згідно теорії Максвелла електромагнітна хвиля має дві складові, електричну та магнітну, тому і енергія хвилі складається з двох енергій – магнітного та електричного полів. Відповідно об'ємна густина енергії ЕМП ω дорівнює сумі об'ємної густини енергії електричного поля ω_e та магнітного поля ω_m [12, 13]:

$$\omega = \omega_e + \omega_m = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} \quad (2.1)$$

Напруженості E і H в електромагнітній хвилі зв'язані співвідношенням:

$$\sqrt{\frac{\varepsilon_0 E^2}{2}} = \sqrt{\frac{\mu\mu_0 H^2}{2}} \quad (2.2)$$

Тому рівняння для об'ємної густини енергії можна виразити у такий спосіб:

$$\omega = \varepsilon_0 E^2 = \mu\mu_0 H^2 \quad (2.3)$$

Повну енергію електромагнітного поля в об'ємі V діелектрика можна визначити за формулою:

$$W = \int \left(\frac{\varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} \right) dV = \int_V \varepsilon_0 E^2 dV = \int_V \mu\mu_0 H^2 dV \quad (2.4)$$

Потужність випромінювання визначається як перша похідна від енергії за часом:

$$N = -\frac{\partial W}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t} \int \left(\frac{\varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} \right) dV = -\frac{\partial}{\partial t} \int \varepsilon_0 E^2 dV = -\frac{\partial}{\partial t} \int \mu\mu_0 H^2 dV \quad (2.5)$$

Якщо E описує монохроматичну хвилю,

$$E = E_0 \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \quad (2.6)$$

то для потужності випромінювання з об'єму V , який за спрощеною моделлю будемо вважати паралелепіпедом, $V = x_0 y_0 z_0$, де x_0, y_0, z_0 розміри його сторін по відповідних осях.

Тоді для потужності ми отримаємо вираз:

$$N = 2\omega\varepsilon_0 E^2 \int_0^{x_0} \int_0^{y_0} \int_0^{z_0} \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) dx dy dz \quad (2.7)$$

Після інтегрування отримаємо:

$$N = \varepsilon_0 v y_0 z_0 \left(E \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \right)^2 = v \varepsilon_0 E^2 S \quad (2.8)$$

де v – швидкість поширення електромагнітних хвиль, S – поверхня, перпендикулярна до напрямку поширення електромагнітних хвиль (OX), через яку проходить потік електромагнітної енергії.

Потік електромагнітної енергії крізь одиницю поверхні можна виразити формулою:

$$\Pi = \frac{N}{S} = v \varepsilon_0 E^2 = v \omega \quad (2.9)$$

Тобто ГПЕ дорівнює добутку поширення хвилі на об'ємну густину енергії електромагнітного поля ω .

Для діелектрика значення швидкості поширення електромагнітної хвилі визначається за формулою:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\varepsilon_0\mu\mu_0}} \quad (2.10)$$

Тоді ГПЕ визначатиметься за формулою:

$$P = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\varepsilon_0\mu\mu_0}} E^2 = \frac{\sqrt{\varepsilon\varepsilon_0}}{\sqrt{\mu\mu_0}} EE = HE \quad (2.11)$$

Ці дві величини є векторні і напрямлені одна до одної під прямим кутом та з напрямком поширення хвилі утворюють правоюгвинтову систему. Тому густину потоку енергії можна подати як векторний добуток \vec{E} і \vec{H} :

$$\vec{P} = [\vec{E}\vec{H}] \quad (2.12)$$

Цей вектор називають вектором Пойтінга, а в деякій літературі [13] – вектором Умова-Пойтінга:

$$P = \int_S \frac{N}{dS} \quad (2.13)$$

Найпотужнішим транслятором в місті Івано-Франківську є телевізійна вежа, побудована в 1965 році, висота якої 195 м.

Для прикладу візьмемо, що електромагнітні хвилі поширюються від вежі в просторі у всі сторони однаково, тобто у сфері.

Для розрахунку ГПЕ використано дані потужностей випромінювання основних телевізійних каналів: Канал 1+1 – 2,5 кВт; Тоніс – 0,5 кВт; Новий канал – 2,5 кВт; Галичина – 1 кВт; ICTV – 1 кВт. Тоді сумарна потужність цих випромінювань рівна 7,5 кВт. Отримаємо розрахунок ГПЕ на певних відстанях від телевізійної вежі (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Розрахунок густини потоку енергії в залежності від відстані від телевізійної вежі при сумарній потужності 7,5 кВт.

№ з/п	Відстань, м	Площа, м ²	ГПЕ, Вт/м ²	ГДР, Вт/м ²
1	500	3140000	0,002388	0,025
2	1000	12560000	0,000597	
3	1500	28260000	0,000265	
4	2000	50240000	0,000148	

Для базових станцій (БС) мобільного зв'язку встановлено норми потужності в межах 5-20 кВт. Розрахунок густини потоку енергії при максимальній (дозволеній) потужності 20 кВт для базової станції представлено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунок густини потоку енергії в залежності від відстані від базової станції мобільного зв'язку при її потужності 20 кВт

№ з/п	Відстань, м	Площа, м ²	Густина енергії, Вт/м ²	ГДР, Вт/м ²
1	500	3140000	0,006368	0,025
2	1000	12560000	0,001592	
3	1500	28260000	0,000707	
4	2000	50240000	0,000395	

Отже, розрахункове прогнозування електромагнітної обстановки поблизу телевізійної вежі м. Івано-Франківська не показує перевищення ГДР ГПЕ.

На державному рівні інструментальний контроль за потужністю джерел ЕМП радіочастотного діапазону місцевого значення в межах урбанізованих територій міст та населених пунктів здійснюють державні установи Укрчастотнагляд, санітарно-епідеміологічні служби не менше ніж один раз на рік [10, 77].

Кожний РТО обласного значення, як Івано-Франківська телевежа, щороку отримує санітарний паспорт в Київському інституті гігієни та медичної екології імені О. М. Марзеєва. Дані про напруженість ЕМП та поверхневу ГПЕ у санітарному паспорті Івано-Франківської телевежі не показують перевищення ГДР, однак найбільша напруженість ЕМП спостерігається на відстані 400-600 м від телевежі.

У зону підвищеного впливу ЕМВ потрапляють пологовий будинок на вул. Чорновола – Сахарова, слідчий ізолятор на вул. Коновальця, частина території Державного вищого навчального закладу «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», цілий ряд житлових будинків на вул. Чорновола і Коновальця, споруди в центральній частині міста.

Однак, контроль на місцевому та державному рівні здійснюється за рівнем ЕМВ від окремих джерел ЕМП і не враховує електромагнітну обстановку урбоєкосистеми в цілому. Проблема впливу ЕМП радіочастотного діапазону техногенного походження на соціальну складову ЕБ урбоєкосистем міських агломерацій потребує інженерно-екологічного дослідження і науково-управлінського вирішення.

Висновки до другого розділу

1. Наведено характеристики об'єкту дослідження.
2. Розроблено алгоритм розміщення точок тест-полігону урбоекосистеми м. Івано-Франківська для експериментального дослідження параметрів ЕМП та параметрів роботи серцево-судинної системи.
3. На основі існуючих методик розроблено спосіб апаратного вимірювання параметрів ЕМП для визначення електромагнітної обстановки урбанізованої території.
4. На основі існуючих методик розроблено спосіб визначення впливу ЕМВ на серцево-судинну систему чоловіків і жінок віком 18-22 роки в точках тест-полігону урбоекосистеми.
5. Розроблено математичну модель для розрахункового прогнозування ГПЕ на різних відстанях від одного конкретно взятого РТО.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБСТАНОВКИ УРБООКОСИСТЕМИ

3.1. Дослідження техногенного навантаження на урбоекосистему, спричиненого електромагнітними полями радіочастотного діапазону

3.1.1. Створення еколого-географічних карт

На основі експериментальних даних апаратного вимірювання ЕМП в точках тест-полігону урбоекосистеми міської агломерації м. Івано-Франківська створювали базу даних (додаток А).

Для візуалізації даних про параметри ЕМП використовували ГІС Map Info 10.0, а для позначення точок тест-полігону за вказаними адресами використовували сервіс Google Maps. Створені еколого-географічні карти показують перевищення ГДР поверхневої ГПЕ ЕМП у розрізі середніх значень даного фактора в районі вулиць Євгена Коновальця – Січових Стрільців – Академіка Сахарова – В'ячеслава Чорновола (рис. 3.1).

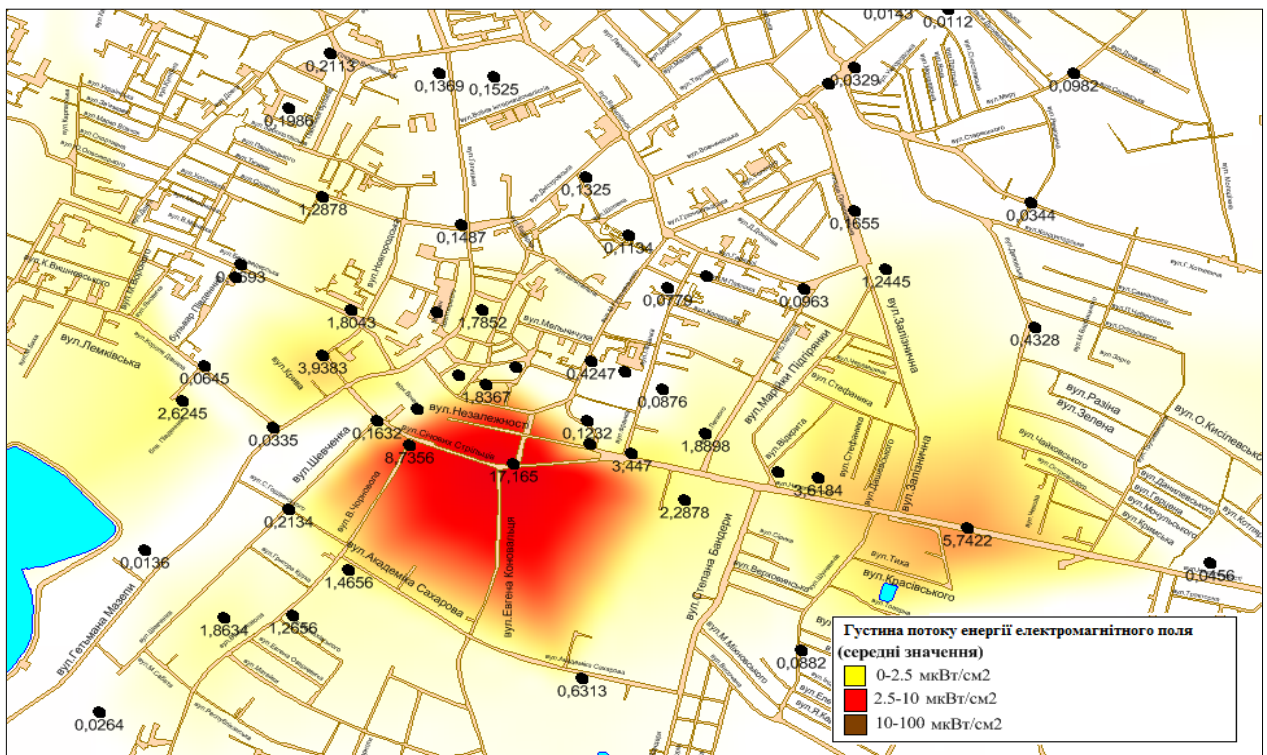


Рисунок 3.1 – Середні значення поверхневої густини потоку енергії

У розрізі максимальних значень даного фактора в районі вулиць Євгена Коновальця – Січових Стрільців – Академіка Сахарова – В'ячеслава Чорновола; Залізнична – Марійки Підгірянки – Незалежності – Пилипа Орлика. Перевищення ГДР ГПЕ в центральній частині міста може бути пов'язана з Івано-Франківською телевізійною вежею, розміщеною на вул. Академіка Сахарова, 19; залізничним вокзалом та залізничною колією, електротранспортом та підвищеним автомобілепотокom (рис. 3.2).

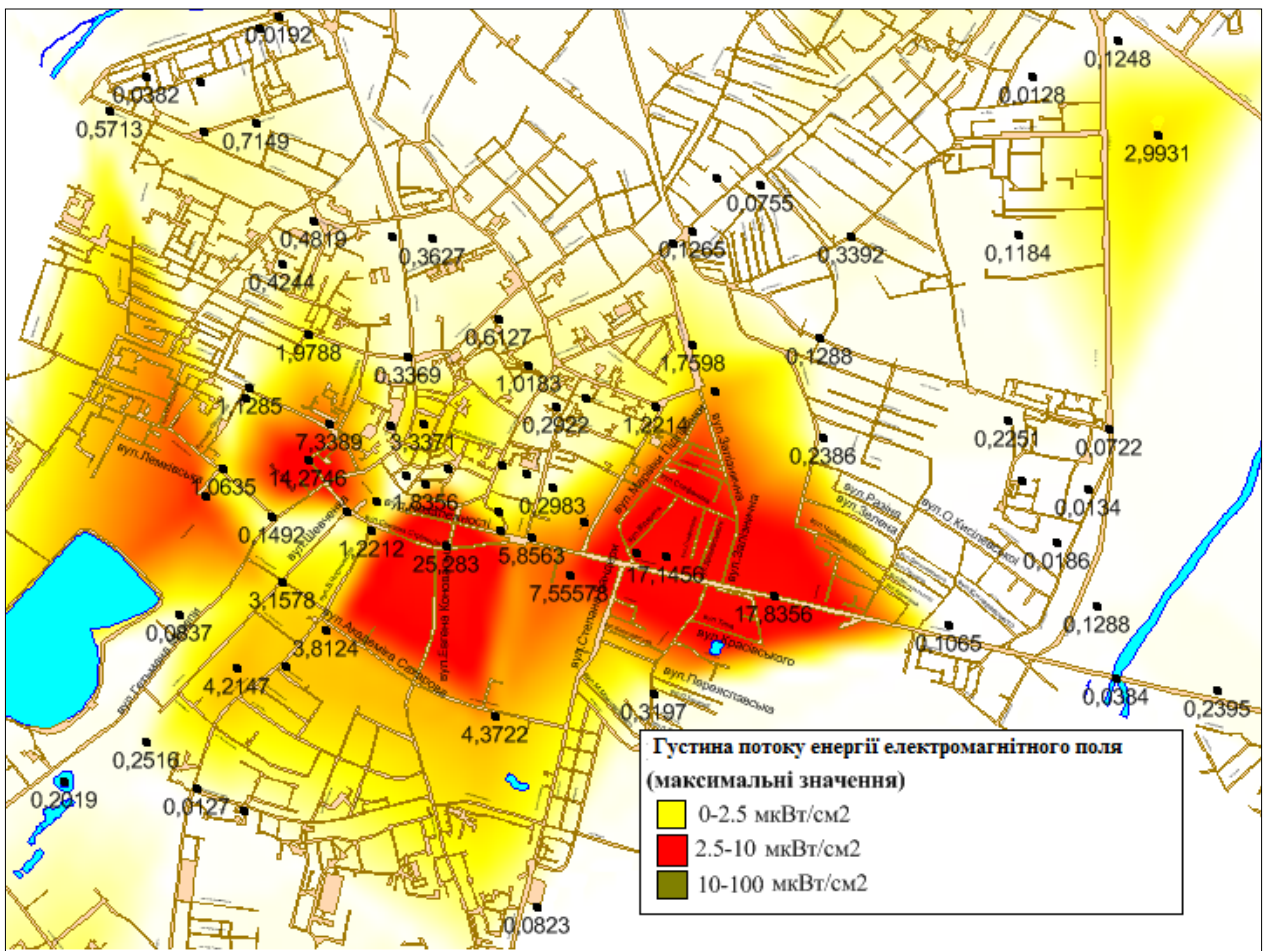


Рисунок 3.2 – Максимальні значення поверхневої густини потоку енергії

Перевищення ГДР напруженості електричного поля в розрізі середніх значень даного фактора спостерігаємо в районі вулиць Короля Данила – Євгена Коновальця – Січових Стрільців – Академіка Сахарова – В'ячеслава Чорновола – Незалежності – Привокзальна (рис. 3.3).

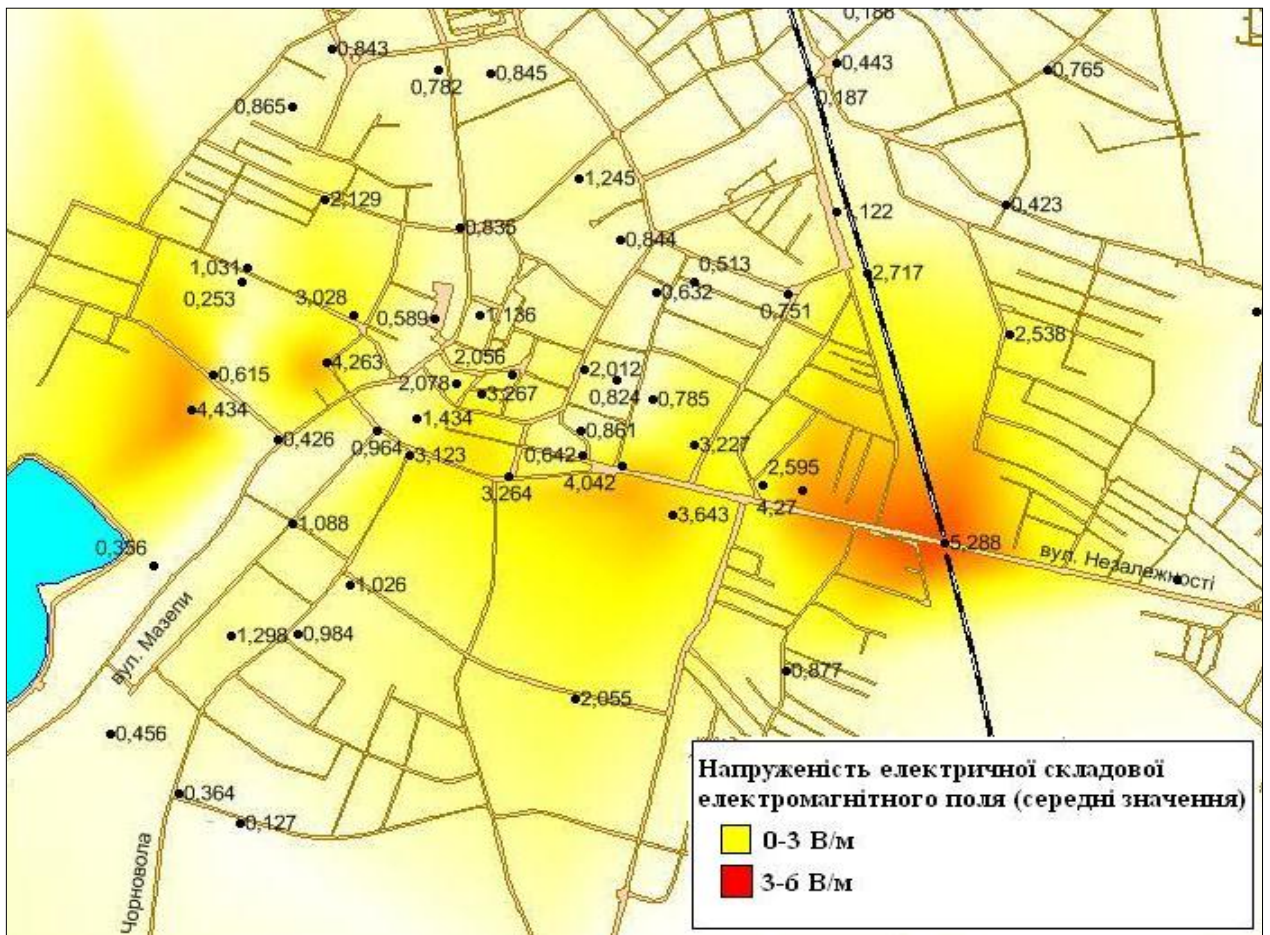


Рисунок 3.3 – Середні значення напруженості електричної складової електромагнітного поля

Найбільша напруженість електричної складової ЕМП в розрізі максимальних значень даного параметру ЕМП спостерігається в районі вулиць Короля Данила – Євгена Коновальця – Січових Стрільців – Академіка Сахарова – Шевченка – Вячеслава Черновола – Незалежності – Привокзальна, а також перехресть вулиць Івасюка – Вовчинецької та Івасюка – Тисменицької; залізничної колії, залізничного вокзалу та автомобільного моста через залізничну колію по вул. Незалежності. В районі вул. Вовчинецької перевищення ГДР можливо відбувається через високовольтну лінію електропередачі, що проходить у цьому районі міста. В центральній частині міста розміщена телевежа, сконцентровані базові станції мобільного зв'язку, розміщені тролейбусні лінії (рис. 3.4).

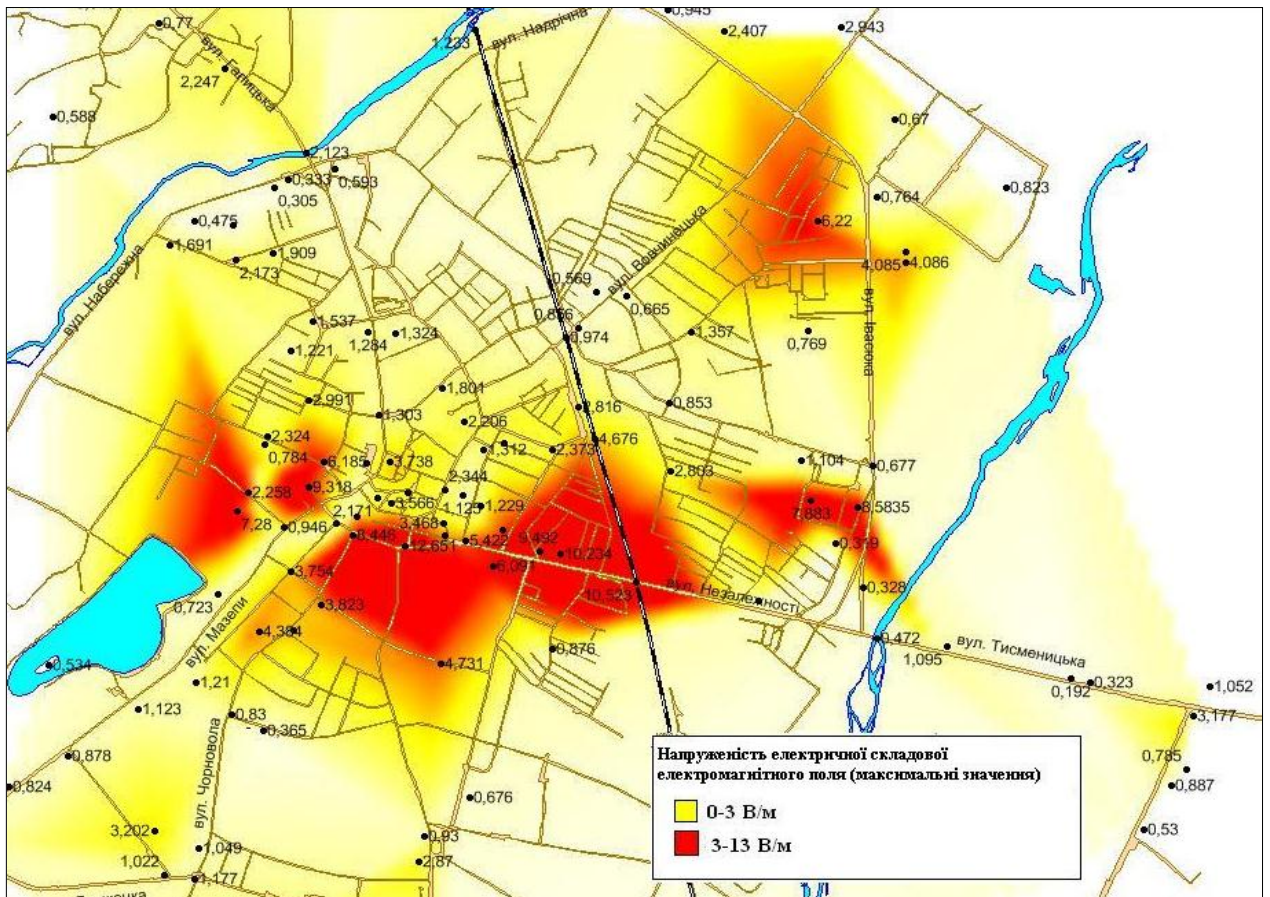


Рисунок 3.4 – Максимальні значення напруженості електричної складової електромагнітного поля

Отже, в урбоєкосистемі м. Івано-Франківська спостерігається перевищення ГДР поверхневої ГПЕ електромагнітного поля μ у розрізі середніх значень даного фактора у 7 точках тест-полігону і становить від 2,62 до 17,16 мкВт/см², а у розрізі максимальних значень даного фактора – у 22 точках тест-полігону і становить від 2,73 до 25,28 мкВт/см² (ГДР становить 2,5 мкВт/см²). Середнє значення $\mu_{\text{сер}}$ по м. Івано-Франківську, вираховане з врахуванням показників $\mu_{\text{сер}}$ в усіх 122 точках тест-полігону становить 0,65 мкВт/см², а середнє значення $\mu_{\text{макс}}$, вираховане з врахуванням показників $\mu_{\text{макс}}$ в усіх 122 точках тест-полігону становить 1,73 мкВт/см² [41-42, 107].

Перевищення ГДР напруженості електричного поля E у розрізі середніх значень даного фактора спостерігається у 11 точках тест-полігону і становить від 3,03 до 5,29 В/м, а у розрізі максимальних значень даного фактора – у

29 точках тест-полігону і становить від 3,08 до 12,65 В/м (ГДР становить 3 В/м). Середнє значення $E_{\text{сер}}$ по м. Івано-Франківську, вираховане з врахуванням показників $E_{\text{сер}}$ в усіх 122 точках тест-полігону становить 0,97 В/м, а середнє значення $E_{\text{макс}}$, вираховане з врахуванням показників $E_{\text{макс}}$ в усіх 122 точках тест-полігону становить 2,31 В/м.

Найбільші значення напруженості магнітного поля виявлено на вулиці Січових стрільців, 29 (33,57 мА/м), на мості через залізничну колію по вулиці Незалежності (27,91 мА/м) та біля кінотеатру «Космос», вулиця Незалежності, 97 (27,91 мА/м). У жодній точці тест-полігону урбанізованої території міста Івано-Франківська напруженість магнітного поля не перевищувала 0,16 А/м. Середнє значення H по м. Івано-Франківську, вираховане з врахуванням показників $H_{\text{сер}}$ в усіх 122 точках тест-полігону становить 6,03 мА/м, а середнє значення H , вираховане з врахуванням показників $E_{\text{макс}}$ в усіх 122 точках тест-полігону становить 2,77 мА/м [41-42, 107].

У контрольній точці (неурбанізована територія, сільська місцевість) перевищення ГДР E , H та μ не виявлено.

3.1.2. Дослідження адаптаційної реакції жителів урбанізованої території в умовах електромагнітного навантаження

Серцево-судинна система людини характеризується адаптаційними метеотропними реакціями, причому оптимальні адаптаційні реакції характерні для молодих людей віком 18-25 років. Медичними дослідженнями аналізу варіабельності серцевого ритму у молодих людей встановлено, що найстійкіші до різних типів погоди молоді жінки, а найменше напруження механізмів адаптації серцево-судинної системи виникає за II типу погоди (зміна атмосферного тиску від 3,75 до 5,5 мм рт. ст. за добу, зміна середньодобової температури повітря на 5-10 °С, відносна вологість повітря 60-85%, слабка циклонічна активність) [11, 21].

Максимально виключивши вплив емоційно-психічних, геліометеотропних, фізіологічних, погодних факторів навколишнього середовища та прийнявши природні ЕМП за фонові, можна визначити зміну параметрів роботи серцево-судинної системи молодих чоловіків та жінок під впливом ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону.

Аналіз даних додатку Б дозволяє встановити діапазон значень показників артеріального тиску S, D, ϕ та ЧСС у точках тест-полігону урбоекосистеми м. Івано-Франківська окремо для чоловіків та жінок віком 20-22 роки, визначити точки тест-полігону з найбільшими та найменшими значеннями цих показників, а також визначити точки тест-полігону зі значеннями показників артеріального тиску та ЧСС, близькими до фізіологічної норми (табл. 3.1).

За медичними статистичними даними [14, 74] нормальний артеріальний тиск людей віком 17-29 років повинен знаходитися в діапазоні співвідношень S/D від 110/70 до 130/85 мм. рт. ст., причому артеріальний тиск у жінок дещо нижчий ніж у чоловіків, а ЧСС повинна перебувати у межах 60-80 уд./хв. у стані спокою. Показник артеріального тиску ϕ у нормі відповідно становитиме 0,54- 0,77 [56].

Таблиця 3.1 – Характеристики систолічного артеріального тиску (S), діастолічного артеріального тиску (D), показника артеріального тиску (ϕ) та частоти серцевих скорочень (ЧСС) у точках тест-полігону

Характеристики	Чоловіки, 20-22 роки				Жінки, 20-22 роки			
	S, мм.рт.ст.	D, мм.рт.ст.	ϕ	ЧСС, уд./хв.	S, мм.рт.ст.	D, мм.рт.ст.	ϕ	ЧСС, уд./хв.
Фізіологічна норма	110-130	70-85	0,54-0,77	60-80	110-130	70-85	0,54-0,77	60-80
Діапазон значень	109,2-134,1	70,0-86,8	0,58-0,73	66,8-109,3	107,9-132,5	54,9-86,1	0,43-0,68	50,2-83,2
Інтервал значень	24,9	16,8	0,15	42,5	24,6	31,2	0,25	33
Середнє значення	123,12	78,33	0,64	85,27	121,26	70,9	0,59	64,05

Аналіз Sч та Sж (рис. 3.5) дозволяє зробити висновок про те, що:

- Sч перевищує фізіологічну норму в точках 3, 7, 8, 13, 31, 34, 36, 52, 55 – всього 9 точок;
- Sч нижчий за фізіологічну норму в точці 27;
- Sч в межах фізіологічної норми в точках 1, 2, 4-6, 9-12, 14-26, 28-30, 32, 33, 35, 37-51, 53-54, 56-122 – всього 112 точок;
- Sж перевищує фізіологічну норму в точках 13, 31, 52 – всього 3 точки;
- Sж нижчий за фізіологічну норму в точці 27 і 120 – всього 2 точки;
- Sж в межах фізіологічної норми в точках 1-12, 14-26, 28-30, 32-51, 53-119, 121, 122 – всього 117 точок.

Отже, ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону з змінною напруженістю невеликою мірою впливають на систолічний тиск жителів урбанізованої території м. Івано-Франківська, причому на роботу серця в чоловіків вони впливають дещо більше.

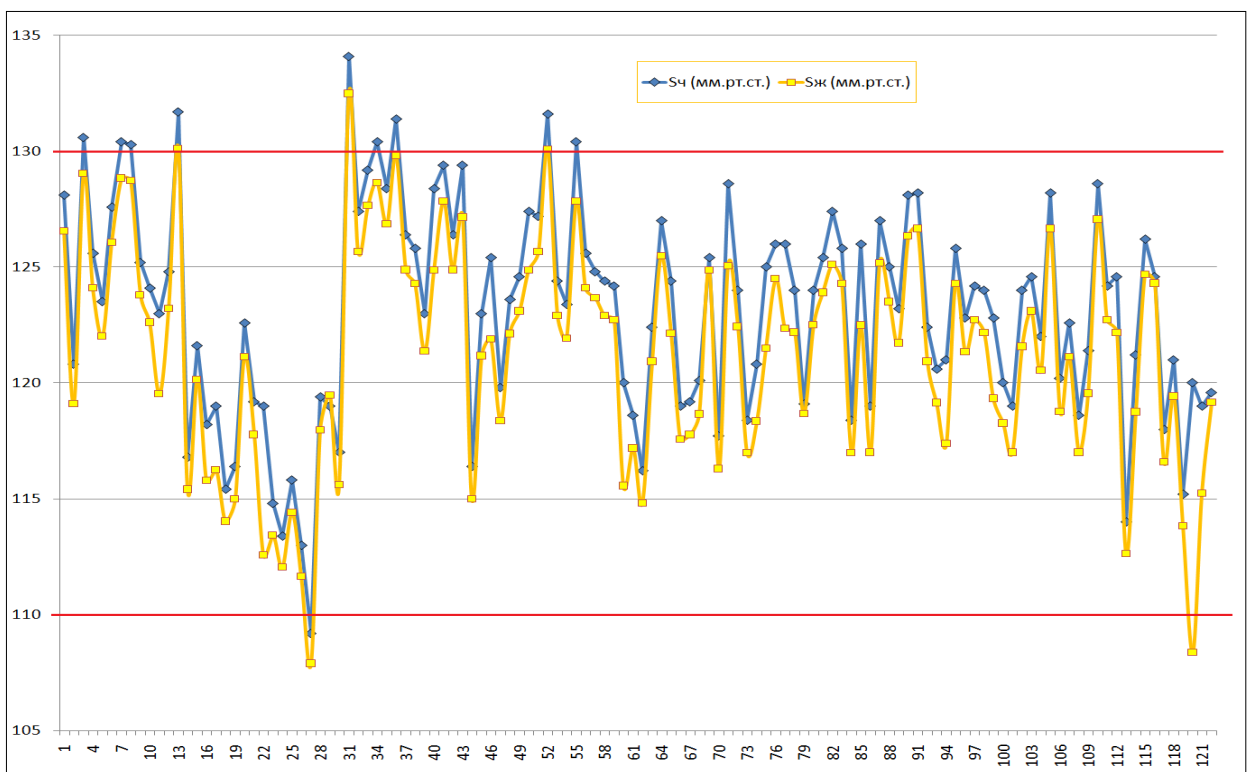


Рисунок 3.5 – Значення систолічного тиску чоловіків та жінок віком 20-22 роки в точках тест полігону м. Івано-Франківська

Аналіз Dч та Дж (рис. 3.6) дозволяє зробити висновок про те, що:

- Dч перевищує фізіологічну норму в точках 32, 52, 64, 82 – всього 4 точки;
- Dч нижчий за фізіологічну норму не зафіксований в новій точці;
- Dч в межах фізіологічної норми в точках 1-31, 33-51, 53-63, 65-81, 83-122 – всього 118 точок;
- Дж перевищує фізіологічну норму в точках 6, 31 – всього 2 точки;
- Дж нижчий за фізіологічну норму в точках 21-23, 25, 27-29, 37, 38, 42-44, 48, 61-63, 66, 67, 70, 71, 73-75, 79, 84, 86, 88, 92-94, 100-102, 104, 106, 108, 109, 112-115, 118 – всього 42 точки;
- Дж в межах фізіологічної норми в точках 1-5, 7-20, 24, 26, 30, 32-36, 39-41, 45-47, 49-60, 64, 65, 68, 69, 72, 76-78, 80-83, 85, 87, 89-91, 95-99, 103, 105, 107, 110, 111, 116, 117, 119-122 – всього 78 точок.

Таким чином, ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону з змінною напруженістю більшою мірою спричиняють зниження діастолічного тиску в жінок, що мешкають в межах урбанізованої території м. Івано-Франківська.

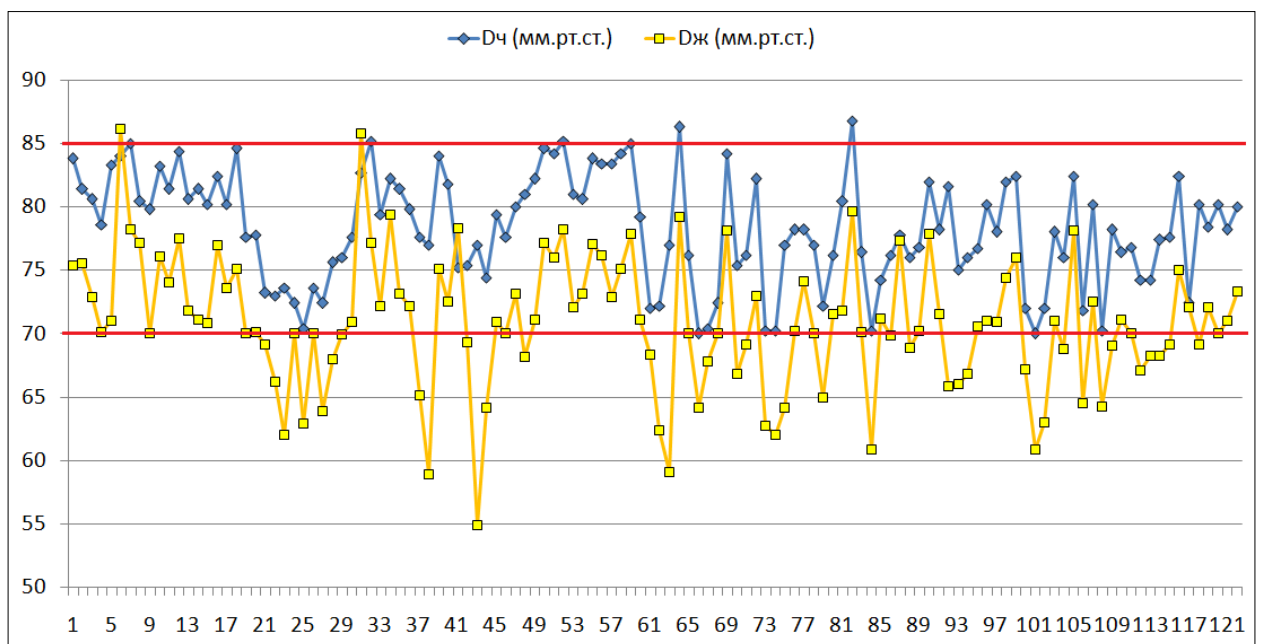


Рисунок 3.6 – Значення діастолічного тиску чоловіків та жінок віком 20-22 роки в точках тест полігону м. Івано-Франківська

Аналіз фч та фж (рис. 3.7) дозволяє зробити висновок про те, що:

- фч в межах фізіологічної норми в усіх 122 точках;
- фж перевищує фізіологічну норму в точках 37, 38, 43, 63, 74, 75, 84, 101, 102 – всього 9 точок;
- фж в межах фізіологічної норми в точках 1-36, 39-42, 44-62, 64-73, 76-83, 85-100, 103-122 – всього 113 точок.

Отже, ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону з змінною напруженістю більшою мірою спричиняють перевищення показника артеріального тиску в жінок і не впливають на показник артеріального тиску у чоловіків, що мешкають в межах урбанізованої території м. Івано-Франківська. Судинна система жінок в більшій мірі реагує на зміну напруженості ЕМП радіочастотного походження.

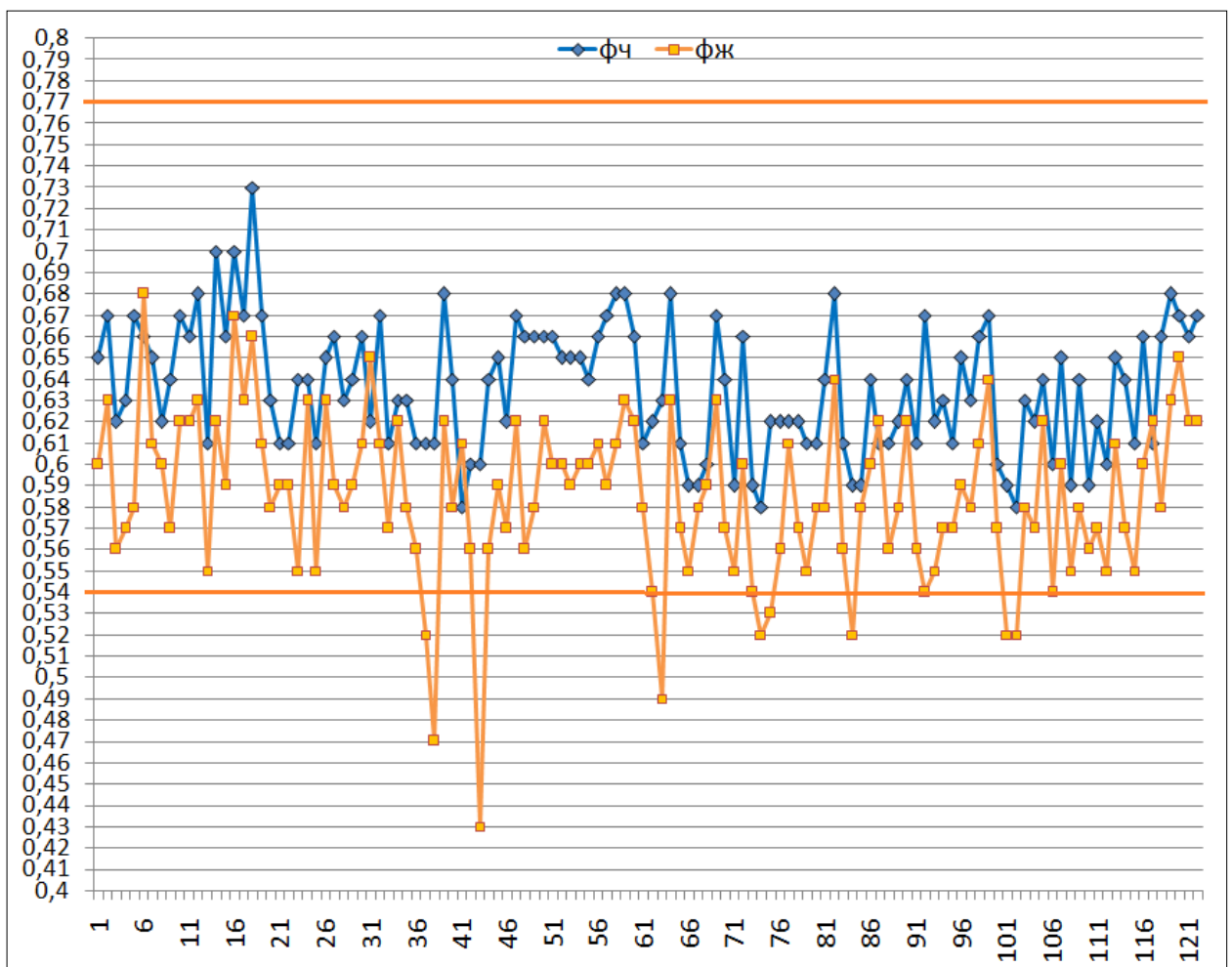


Рисунок 3.7 – Значення показника артеріального тиску чоловіків та жінок віком 20-22 роки в точках тест-полігону м. Івано-Франківська

Аналіз ЧССч та ЧССж (рис. 3.8) дозволяє зробити висновок про те, що:

- ЧССч перевищує фізіологічну норму в точках 1, 3-7, 9 -25, 27-32, 39, 44-55, 58-65, 69, 70, 72, 76, 78, 82, 85-90, 92-97, 102-105, 107, 109-111, 113-121 – всього 85 точок;

- ЧССч в межах фізіологічної норми в точках 2, 8, 26, 33-38, 40-43, 56, 57, 66-68, 71, 73-75, 77, 79-81, 83, 84, 91, 98-101, 106, 108, 112, 122 – всього 37 точок;

- ЧССж перевищує фізіологічну норму в точках 4, 82 – всього 2 точки;

- ЧССж нижчий за фізіологічну норму в точках 33-38, 40-43, 56, 57, 66-68, 71, 73-75, 77, 79-81, 83, 84, 91, 98-101, 106, 108, 112, 122 – всього 34 точки;

- ЧССж в межах фізіологічної норми в точках 1-32, 39, 45-55, 58-65, 69, 70, 72, 76, 78, 85-90, 92-97, 102-105, 107, 109-111, 113-121 – всього 86 точок.

Як бачимо, ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону з змінною напруженістю спричиняє збільшення частоти серцевих скорочень у чоловіків, що проживають в межах урбанізованої території м. Івано-Франківська. Регуляція роботи серця чоловіків більшою мірою піддається впливу змінної напруженості ЕМП радіочастотного походження.

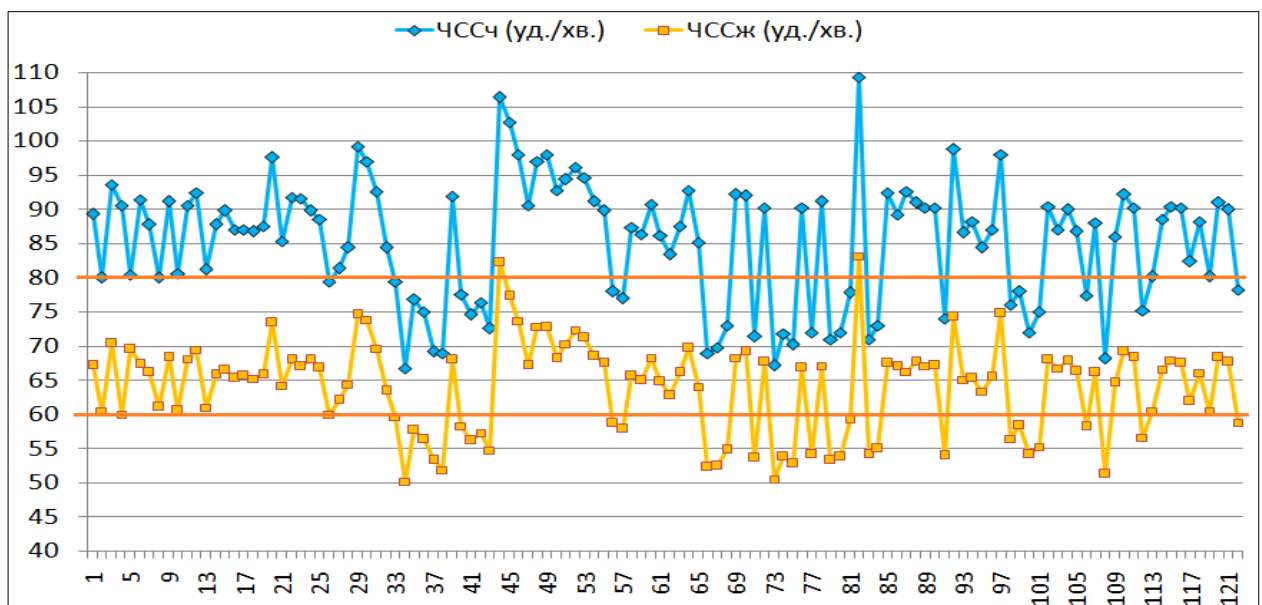


Рисунок 3.8 – Значення частоти серцевих скорочень чоловіків та жінок віком 20-22 роки в точках тест полігону м. Івано-Франківська

Аналіз даних вимірювання артеріального тиску, ЧСС та визначення показника артеріального тиску в чоловіків та жінок, віком 20-22 роки (додаток Б, табл. 3.1, рис. 3.5-3.8) дозволяє зробити наступні висновки.

ЕМП техногенного походження впливають на серцево-судинну систему людей, котрі перебувають на урбанізованій території і менше впливають на людей, котрі перебувають на неурбанізованій території (контрольна точка).

ЧСС у чоловіків віком 20-22 роки перевищила фізіологічну норму в 85 точках тест-полігону з 122 і жодного разу не була нижчою за фізіологічну норму, тоді як у жінок віком 20-22 роки ЧСС перевищила фізіологічну норму всього у 2 точках, але виявилася нижчою за норму в 86 точках. Діапазон ЧСС у чоловіків спостерігається в інтервалі значень 66,8-109,3 уд./хв. і складає 42,5 уд./хв. Діапазон ЧСС у жінок дещо менший, перебуває у інтервалі значень 50,2-83,2 уд./хв. і становить 33 уд./хв.

S у чоловіків та жінок віком 20-22 роки змінювався у приблизно однаковому інтервалі значень і становив відповідно 24,9 та 24,6 мм. рт. ст., тоді як D у жінок змінювався у більшому інтервалі значень і становив 31,2 мм. рт. ст. в порівнянні з інтервалом значень у чоловіків 16,8 мм. рт. ст. Окрім того, S у чоловіків перевищував фізіологічну норму в 9 точках тест-полігону, у 112 точках був у межах норми і лише в одній точці його значення виявилось нижчим за норму.

S у жінок перевищував фізіологічну норму в 3 точках тест-полігону, у 117 точках був у межах норми і в 2 точках його значення виявилось нижчим за норму.

D у чоловіків у 118 точках був у межах фізіологічної норми і у 4 точках її перевищив і у жодній точці не виявився нижчим за норму, тоді як D у жінок у 42 точках тест-полігону виявився нижчим за фізіологічну норму, у 72 точках був у межах норми і лише у 2 точках її перевищив. Отже, адаптація серцево-судинної системи жінок до зміни напруженості ЕМП відбувається у більшій мірі через регуляцію роботи артеріальної системи організму.

Спростерігається тенденція до зниження діастолічного тиску в жінок у тих точках тест-полігону (25 точок), де спостерігається зниження ЧСС у чоловіків нижче фізіологічної норми (85 точок) чи значення ЧСС у чоловіків у межах норми, але наближене до її нижньої межі (7 точок).

Отже, адаптація серцево-судинної системи чоловіків до зміни напруженості ЕМП відбувається у більшій мірі через збільшення інтенсивності роботи серця, а адаптація серцево-судинної системи у жінок до зміни напруженості ЕМП відбувається більше через регуляцію роботи артеріальної системи організму.

Показник артеріального тиску ϕ характеризує рівень адаптації серцево-судинної системи людини в цілому і показує рівень функціонального стану організму. У чоловіків ϕ у всіх 122 точках тест-полігону був у межах фізіологічної норми, а його значення змінювалися у вузькому діапазоні 0,58 – 0,73. Діапазон ϕ у чоловіків становив 0,15. У жінок ϕ у 113 точках тест-полігону був у межах фізіологічної норми, у 9 точках був нижчим за норму, а його значення змінювалися у діапазоні 0,43–0,68. Діапазон ϕ у жінок становив 0,25.

Отже, адаптаційні реакції серцево-судинної системи чоловіків віком 20-22 роки на зміну напруженості ЕМП відбуваються більш динамічно, ніж у жінок того ж віку.

Тільки у 2 зі 112 точок тест-полігону середні значення S, D, ϕ та ЧСС і у чоловіків і у жінок були у межах фізіологічної норми (точки 2 і 26). Отже, вплив ЕМП на організм людини, котра перебуває в межах урбанізованої соціоекосистеми м. Івано-Франківська достатньо інтенсивний.

У контрольній точці (неурбанізована територія, сільська місцевість з нижчою напруженістю ЕМП) всі значення S, D, ϕ та ЧСС були у межах фізіологічної норми.

3.2. Статистичне дослідження впливу електромагнітних полів техногенного походження на соціальну складову екологічної безпеки урбанізованої території

Статистична обробка експериментальних даних (додаток А та додаток Б) проводилася з використанням пакету STATISTICA 6.1.478 [36, 37].

Наведені у додатку Б дані S , D , ϕ , ЧСС окремо для чоловіків та жінок, а також наведені у додатку А дані вимірів електромагнітного поля $E_{\text{макс.}}$, $H_{\text{макс.}}$, $\mu_{\text{макс.}}$, $E_{\text{сер.}}$, $H_{\text{сер.}}$, $\mu_{\text{сер.}}$ здобувалися експериментально у 122 точках тест-полігону урбоєкосистеми м. Івано-Франківська, становлять просту статистичну сукупність і підлягають статистичній обробці [68].

Первинний статистичний аналіз включає побудову гістограм розподілу та визначення закону розподілу.

Статистичною функцією розподілу випадкової величини X називається частота події $X < x$ у даному статистичному матеріалі [16]

$$F(x) = P\{X < x\}. \quad (2.1)$$

Для того, щоб знайти значення статистичної функції розподілу при даному x , підраховують число дослідів, у яких величина X прийняла значення, менше ніж x , і ділять на загальну кількість зроблених дослідів n .

Статистична функція розподілу будь-якої випадкової величини є перериваною східчастою функцією, стрибки якої відповідають спостереженим значенням і за величиною дорівнюють частотам цих значень. При збільшенні числа дослідів n при будь-якому x частота події $X < x$ наближається до ймовірності цієї події. Отже, при збільшенні n статистична функція розподілу $F(x)$ наближається до справжньої функції розподілу випадкової величини X .

Якщо X – неперервна випадкова величина, то при збільшенні числа спостережень n число стрибків функції $F(x)$ збільшується, самі стрибки зменшуються і графік функції $F(x)$ необмежено наближається до плавної кривої – функції розподілу величини X .

Якщо розділити весь діапазон спостережених значень X на інтервали (розряди) і підрахувати кількість значень m_i , що приходить на кожний i -ий розряд, і це число розділити на загальне число спостережень n , знайдемо частоту, що відповідає даному розряду [16]:

$$P_i = \frac{m_i}{n} \quad (2.2)$$

Сума частот усіх розрядів дорівнює одиниці.

Сукупність розрядів в порядку їхнього розташування уздовж осі абсцис і відповідних їм частот утворюють статистичний ряд. Статистичний ряд оформляють графічно у вигляді гістограми. На гістограмах по осі абсцис відкладають розряди, і на кожному з розрядів, як на основі, будують прямокутник, площа якого дорівнює частоті даного розряду. Для побудови гістограми потрібно частоту кожного розряду розділити на його довжину й отримане число взяти як висоту прямокутника. У випадку рівних за довжиною розрядів висоти прямокутників пропорційні відповідним частотам.

У додатку В наведено гістограми розподілу ймовірностей значень для 14 показників експериментальних даних, а у табл. 3.2 узагальнено теоретичні закони розподілу експериментальних даних.

Для математичного сподівання випадкової величини аналогією є середнє арифметичне спостережених значень випадкової величини [16, 68]:

$$M[X] = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.3)$$

де x_i – значення випадкової величини, спостережене в i -му досліді, n – число дослідів. Ця характеристика називається статистичним середнім випадкової величини. Математичне сподівання є центром розсіювання випадкової величини.

Для визначення розсіювання визначали числову характеристику параметру – дисперсію.

Дисперсією випадкової величини X називають математичне сподівання квадрата відхилення випадкової величини X від свого математичного сподівання $(X - M(X))$. Обчислюють статистичну дисперсію для дискретної випадкової величини X за формулою [16, 68]:

$$D[X] = \frac{\sum (x_i - m_x)^2}{n} \quad (2.4)$$

Слід зауважити, що дисперсія завжди приймає невід'ємні значення. Вона характеризує розсіювання випадкової величини відносно свого математичного сподівання. Якщо випадкова величина вимірюється в деяких одиницях, то дисперсія вимірюватиметься в цих самих одиницях, але в квадраті.

Для порівняння зручно користуватися числовими характеристиками однакової розмірності з випадковою величиною. Для цього вводять в розгляд середнє квадратичне відхилення – корінь квадратний із дисперсії. Середнє квадратичне відхилення – індикатор мінливості параметра, що показує на скільки в середньому відхиляються індивідуальні значення параметру від їх середньої величини, обчислюється за формулою [16, 68]:

$$\sigma(X) = \sqrt{D(X)} \quad (2.5)$$

Найбільш ймовірні теоретичні закони розподілу, статистичні середні значення випадкових величин та середньоквадратичні відхилення для 14 параметрів експериментальних даних наведені у табл. 3.2

Отже, отримані експериментальні дані вимірювання артеріального тиску у чоловіків та жінок Sч, Dч, фч, ЧССч, Sж, Дж, фж, ЧССж підпорядковані нормальному закону розподілу випадкових величин. Такий розподіл виникає тоді, коли дана випадкова величина є сумою великого числа незалежних випадкових величин, кожна з яких грає в утворенні всієї суми незначну роль [16].

Таблиця 3.2 – Ймовірні закони розподілу для окремих параметрів ЕМП та роботи серцево-судинної системи

Параметр, одиниця вимірювання	Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення	Теоретичний закон розподілу
Систолічний тиск у чоловіків (Sч), мм.рт.ст.	123,12	4,63	Нормальний
Діастолічний тиск у чоловіків (Dч), мм.рт.ст.	78,33	4,30	Нормальний
Показник артеріального тиску в чоловіків (фч)	0,64	0,03	Нормальний
Частота серцевих скорочень у чоловіків (ЧССч), уд./хв.	85,27	8,99	Нормальний
Систолічний тиск у жінок (Sж), мм.рт.ст.	121,26	4,77	Нормальний
Діастолічний тиск у жінок (Dж), мм.рт.ст.	70,90	5,25	Нормальний
Показник артеріального тиску в жінок (фж)	0,58	0,04	Нормальний
Частота серцевих скорочень у жінок (ЧССж), уд./хв.	64,05	6,74	Нормальний
Максимальна напруженість електричної складової електромагнітного поля ($E_{\text{макс.}}$), В/м	2,31	2,48	Логнормальний
Максимальна напруженість магнітної складової електромагнітного поля ($H_{\text{макс.}}$), мА/м	6,03	6,46	Логнормальний
Максимальна густина потоку енергії електромагнітного поля ($\mu_{\text{макс.}}$), мкВт/см ²	1,73	3,82	Логнормальний
Середня напруженість електричної складової електромагнітного поля ($E_{\text{сер.}}$), В/м	0,97	1,08	Логнормальний
Середня напруженість магнітної складової електромагнітного поля ($H_{\text{сер.}}$), мА/м	2,77	2,98	Логнормальний
Середня густина потоку енергії електромагнітного поля ($\mu_{\text{сер.}}$), мкВт/см ²	0,65	1,91	Логнормальний

Експериментальні дані вимірювання електромагнітного поля $E_{\text{макс.}}$, $H_{\text{макс.}}$, $\mu_{\text{макс.}}$, $E_{\text{сер.}}$, $H_{\text{сер.}}$, $\mu_{\text{сер.}}$ підпорядковані логнормальному закону

розподілу випадкових величин. Якщо випадкова величина має логнормальний розподіл, то її логарифм має нормальний розподіл [16, 55].

Наступним етапом статистичної обробки експериментальних даних є лінійне перетворення значень параметрів таким чином, щоб розподіли ймовірностей перетворених величин відповідали нормальному теоретичному закону розподілу. З табл. 3.2 бачимо, що величини систолічного, діастолічного тиску, їх відношення (ϕ), частота серцевих скорочень як у чоловіків, так і у жінок підпорядковуються нормальному закону розподілу.

Середнє квадратичне відхилення так само, як і середнє лінійне відхилення, показує, на скільки в середньому відхиляються конкретні значення ознаки від їх середнього значення [55]. Найбільше середнє квадратичне відхилення серед параметрів роботи серця спостерігається в показників ЧССч і ЧССж, а серед параметрів ЕМП в $H_{\text{макс}}$.

Проте, ряди максимальних та середніх значень напруженості електричної та магнітної складової електромагнітного поля і поверхневої густини потоку енергії підпорядковуються логнормальному закону розподілу. Особливість логнормального закону розподілу полягає у тому, що логарифми початкових значень підпорядковуються нормальному закону розподілу. Тому в наступних етапах статистичного аналізу використовували логарифми значень показників, що розподілені за логнормальним законом.

Результат статистичного аналізу буде адекватним лише у випадку, коли всі дані однієї розмірності. Для цього дані систолічного, діастолічного тиску, частоти серцевих скорочень у чоловіків і у жінок стандартизували. Стандартизація даних має за мету трансформацію величин у безрозмірні величини, з якими далі можна проводити математичні операції. Стандартизація проводиться методом ділення абсолютної величини показника на середнє значення вибірки. Для показника артеріального тиску (ϕ) у чоловіків і жінок стандартизацію не проводили, оскільки ця величина є безрозмірною. Для стандартизації та нормалізації даних була використана програма Microsoft Office Excel. Отримані дані представлені у додатку Г.

Як було очікувано, після нормалізації та стандартизації всі дані підпорядковуються нормальному закону розподілу. Це можна побачити на побудованих гістограмах розподілу ймовірностей нормалізованих та стандартизованих значень експериментальних даних (додаток Д).

Отже, після стандартизації та нормалізації експериментальних даних всі вибірки є величинами безрозмірними і відповідають закону нормального розподілу. Отримані вибірки значень дозволяють нам побудувати матрицю парних коефіцієнтів кореляції та виконати кластерний аналіз [36, 37]. Для вимірювання тісноти взаємозв'язку між параметрами, що використовуються у дослідженні, визначали парні коефіцієнти кореляції, здобуті у точках тест-полігону розміщених на територіях урбоекосистеми Івано-Франківська, що обслуговуються чотирма міськими поліклініками (додаток Е). Коефіцієнти кореляції між стандартизованими факторними даними артеріального тиску в чоловіків та жінок та нормалізованими факторними даними ЕМП радіочастотного діапазону представлені у таблиці (табл. 3.3).

Коефіцієнт кореляції є нормованою безрозмірною величиною й характеризує силу (тісноту) та напрям лінійної залежності між фактором X і результуючою ознакою Y . Коефіцієнт кореляції може набувати будь-якого значення в інтервалі від -1 до $+1$, тобто $-1 \leq r \leq 1$. Кореляційний зв'язок буває додатним (прямим) і від'ємним (оберненим). Якщо $r > 0$, то говорять про додатну кореляцію або прямий зв'язок між X та Y , коли із збільшенням значень однієї із величин зростає в середньому значення іншої. Якщо $r < 0$, то кореляція від'ємна, і між X та Y зв'язок обернений. Це означає, що при зростанні однієї випадкової величини друга в середньому буде зменшуватись.

Якщо коефіцієнт кореляції:

$r = 0$, то зв'язок між ознаками відсутній;

$r = 0,10-0,29$ – зв'язок слабкий;

$r = 0,30-0,49$ – зв'язок помірний;

$r = 0,50-0,69$ – зв'язок значний;

$r = 0,70-0,89$ – зв’язок сильний;

$r = 0,90-0,99$ – зв’язок дуже сильний;

$r = 1$ – зв’язок функціональний.

Таблиця 3.3 – Матриця коефіцієнтів парної кореляції стандартизованих факторних даних артеріального тиску в чоловіків та жінок та нормалізованих факторних даних ЕМП радіочастотного діапазону на територіях обслуговування міських поліклінік

Міська поліклініка № 1								
Факторні дані	Sч	Dч	фч	ЧССч	Sж	Dж	фж	ЧССж
ln E _{макс.}	-0,66	-0,61	-0,67	-0,50	-0,67	-0,52	-0,57	-0,50
ln H _{макс.}	-0,49	-0,44	-0,51	-0,32	-0,51	-0,34	-0,39	-0,32
ln μ _{макс.}	-0,74	-0,70	-0,75	-0,60	-0,75	-0,62	-0,66	-0,60
ln E _{сер.}	-0,76	-0,73	-0,78	-0,63	-0,77	-0,65	-0,68	-0,63
ln H _{сер.}	-0,64	-0,59	-0,66	-0,48	-0,65	-0,50	-0,55	-0,48
ln μ _{сер.}	-0,78	-0,74	-0,79	-0,64	-0,79	-0,66	-0,70	-0,64
Міська поліклініка № 2								
Факторні дані	Sч	Dч	фч	ЧССч	Sж	Dж	фж	ЧССж
ln E _{макс.}	-0,64	-0,59	-0,54	-0,36	-0,64	-0,42	-0,50	-0,33
ln H _{макс.}	-0,47	-0,42	-0,36	-0,17	-0,47	-0,23	-0,32	-0,14
ln μ _{макс.}	-0,73	-0,69	-0,65	-0,48	-0,73	-0,54	-0,61	-0,45
ln E _{сер.}	-0,74	-0,69	-0,66	-0,49	-0,74	-0,55	-0,62	-0,46
ln H _{сер.}	-0,66	-0,61	-0,57	-0,39	-0,66	-0,45	-0,54	-0,37
ln μ _{сер.}	-0,78	-0,74	-0,70	-0,54	-0,78	-0,60	-0,67	-0,52
Міська поліклініка № 3								
Факторні дані	Sч	Dч	фч	ЧССч	Sж	Dж	фж	ЧССж
ln E _{макс.}	-0,62	-0,56	-0,62	-0,15	-0,58	-0,25	-0,32	-0,13
ln H _{макс.}	-0,43	-0,36	-0,42	0,08	-0,38	-0,02	-0,11	0,10
ln μ _{макс.}	-0,69	-0,64	-0,68	-0,24	-0,65	-0,34	-0,41	-0,22
ln E _{сер.}	-0,71	-0,66	-0,70	-0,28	-0,67	-0,36	-0,43	-0,25
ln H _{сер.}	-0,62	-0,56	-0,62	-0,16	-0,58	-0,25	-0,32	-0,13
ln μ _{сер.}	-0,73	-0,68	-0,72	-0,29	-0,69	-0,38	-0,46	-0,27
Міська поліклініка № 4								
Факторні дані	Sч	Dч	фч	ЧССч	Sж	Dж	фж	ЧССж
ln E _{макс.}	-0,62	-0,59	-0,61	-0,56	-0,62	-0,54	-0,58	-0,56
ln H _{макс.}	-0,33	-0,30	-0,32	-0,26	-0,33	-0,24	-0,29	-0,26
ln μ _{макс.}	-0,81	-0,79	-0,80	-0,76	-0,81	-0,75	-0,78	-0,76
ln E _{сер.}	-0,83	-0,81	-0,82	-0,78	-0,83	-0,77	-0,80	-0,78
ln H _{сер.}	-0,66	-0,63	-0,65	-0,59	-0,66	-0,58	-0,62	-0,59
ln μ _{сер.}	-0,84	-0,82	-0,83	-0,80	-0,84	-0,78	-0,81	-0,80

Знак при коефіцієнті кореляції вказує на напрям зв'язку між ознаками: «+» – прямий зв'язок, «-» – обернений зв'язок. Чим ближче коефіцієнт кореляції до одиниці, тим зв'язок між ознаками тісніший. З таблиці 3.3 видно, що для стандартизованих даних роботи серцево-судинної системи чоловіків та жінок і нормалізованих даних параметрів ЕМП встановлено переважно від'ємні парні коефіцієнти кореляції, що вказують на зворотній зв'язок між ними. Найбільша тіснота зв'язку спостерігається між $\ln\mu_{\max}$, $\ln E_{\text{сер.}}$, $\ln\mu_{\text{сер.}}$ та стандартизованими даними параметрів роботи серцево-судинної системи чоловіків та жінок на території обслуговування міської поліклініки №4 (r від -0,76 до -0,84). Для поліклінік 1-3 найбільша і від'ємна тіснота зв'язку спостерігається між $\ln\mu_{\max}$, $\ln E_{\text{сер.}}$, $\ln\mu_{\text{сер.}}$ та стандартизованими даними параметрів роботи серцево-судинної системи чоловіків (r від -0,57 до -0,78).

Коефіцієнти кореляції як міри зв'язку між випадковими величинами є також величинами випадковими, носять імовірнісний характер. Коефіцієнт кореляції, як вибіркова характеристика, перевіряється на значущість за допомогою t -критерію Стюдента. Фактичне значення t статистики $t_{\text{експ}}$ порівнюється з табличним значенням t -розподілу з $n+m-2$ ступенями свободи, та при заданому рівні значущості $p < 0,05$. Якщо: $|t_{\text{експ}}| > t_{\text{табл}}$, можна зробити висновок, що коефіцієнт кореляції достовірний (значущий), а зв'язок між залежною змінною та всіма незалежними чинниками суттєвий.

Для перевірки за t -критерієм Стюдента використовували пакет «Аналіз даних» Microsoft Office Excel, зокрема його статистичну функцію «Двохвибірковий t -тест з різними дисперсіями». Для розрахунків брали коефіцієнти кореляції з сильною тісністю зв'язку і визначали для них $t_{\text{експ}}$. Для всіх випадків сильної тісноти зв'язку $t_{\text{експ}}$ становить від 2,78 до 3,18 і кожного разу є меншим за $t_{\text{табл}}$, що становить від 2,04 до 2,48. Кожного разу $|t_{\text{експ}}| > t_{\text{табл}}$, коефіцієнти кореляції з сильною тісністю зв'язку достовірні (значущі), а зв'язок між залежними змінними суттєвий.

Під час виконання кластерного аналізу були обчислені значення евклідової відстані між об'єктами (рис. 3.9), причому кластер утворюють об'єкти, між якими відстань найменша. Таким чином, кластеризація проводиться до моменту об'єднання всіх об'єктів в один кластер.

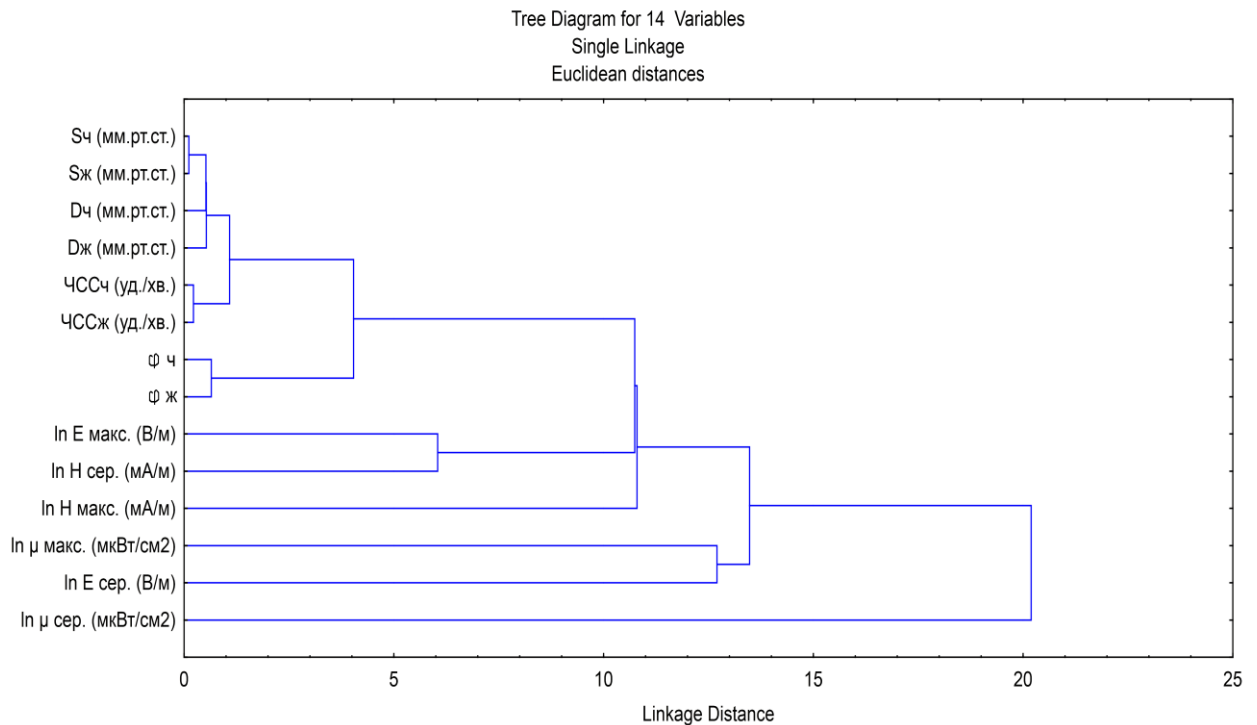


Рисунок 3.9 – Дендрограма зв'язків між групами параметрів за результатами кластерного аналізу

Матриця парних коефіцієнтів кореляції та кластерний аналіз показують, що фактично відсутній зв'язок між параметрами ЕМП та систолічним тиском у чоловіків та жінок. На дендрограмі видно, що залежність між $\mu_{сер.}$, $\mu_{макс.}$ та $E_{сер.}$ та досліджуваними параметрами артеріального тиску у чоловіків та жінок обернено пропорційна і сильніша ніж відповідні обернено пропорційні залежності $E_{макс.}$, $H_{макс.}$ та $E_{сер.}$. Тому при визначенні впливу ЕМП на соціальну складову урбоєкосистеми варто брати до уваги саме показники $\mu_{сер.}$, $\mu_{макс.}$ та $E_{сер.}$.

Висновки до третього розділу

1. Дані про параметри роботи серцево-судинної системи підлягають нормальному закону розподілу даних, а дані про параметри ЕМП – логнормальному закону розподілу даних.

2. Дані про параметри роботи серцево-судинної системи підлягають стандартизації методом ділення значень на середнє арифметичне значення вибірки, а дані про параметри ЕМП підлягають нормалізації методом логарифмування значень вибірки.

3. Шляхом знаходження парних коефіцієнтів кореляції, визначення тісноти зв'язку між параметрами, перевірки значущості коефіцієнтів кореляції на t-тест Стюдента, побудови дендрограми зв'язків між групами параметрів за результатами кластерного аналізу встановили, що найбільший вплив на роботу серцево-судинної системи чоловіків та жінок віком 20-22 роки мають $\ln\mu_{\text{макс.}}$, $\ln E_{\text{сер.}}$, $\ln\mu_{\text{сер.}}$.

4. Коефіцієнти кореляції від'ємні, отже тривалий вплив ЕМП зменшує артеріальний тиск і частоту серцевих скорочень і у чоловіків, і у жінок.

5. Найбільш інтенсивний вплив ЕМП на соціальну складову урбоекосистеми м. Івано-Франківська спостерігається в зоні обслуговування поліклініки № 4, найменший – в зоні поліклініки № 3.

6. З більшою інтенсивністю ЕМП впливають на роботу серцево-судинної системи чоловіків.

РОЗДІЛ 4.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ В УМОВАХ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

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

Під впливом ЕМП в організмі людини виникають зміни, що супроводжуються роздратованістю, погіршенням пам'яті, швидкою втомлюваністю, головними болями, погіршенням сну, гальмуванням умовних рефлексів [6, 18, 22, 38].

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 $0,000006 \text{ мкВт/см}^2$ [35, 43].

Дослідження статистичних даних медико-екологічних експериментів [6, 10, 17, 18, 38, 43] дозволяє зробити висновки про можливі зміни в організмі людини під впливом ЕМВ різної інтенсивності. При значеннях ГПЕ:

- $200\text{-}600 \text{ мкВт/см}^2$ виникають больові відчуття;
- $100\text{-}200 \text{ мкВт/см}^2$ пригнічуються окисно-відновні процеси в тканинах;
- $40\text{-}100 \text{ мкВт/см}^2$ спочатку підвищується артеріальний тиск, а пізніше – понижується, виникає катаракта;
- $20\text{-}40 \text{ мкВт/см}^2$ виникає відчуття тепла, при впливі ЕМВ протягом 1-1,5 год. понижується артеріальний тиск;
- $10\text{-}20 \text{ мкВт/см}^2$ інтенсифікуються окисно-відновні процеси в тканинах;
- $8\text{-}10 \text{ мкВт/см}^2$ зміна біоелектричної активності головного мозку;

- 6-8 мкВт/см² зміна складу крові, при впливі ЕМВ протягом 150 год. порушується здатність крові до згортання;
- 4-6 мкВт/см² зміни в електрокардіограмі;
- 3-4 мкВт/см² зміни артеріального тиску, при тривалому впливі ЕМВ порушується склад крові, зменшується кількість лейкоцитів і еритроцитів;
- 2-3 мкВт/см² порушення серцевого ритму, зменшення ЧСС;
- 1-2 мкВт/см² виражений характер зниження артеріального тиску, тенденція до збільшення ЧСС;
- 0,1-1 мкВт/см² зміни в електрокардіограмі, зміни в роботі нервової системи при тривалому впливі, слуховий ефект при впливі імпульсних ЕМП;
- 0,05-0,1 мкВт/см² тенденція до пониження артеріального тиску при хронічному впливі.

Таким чином, ЕМВ різної інтенсивності впливає найбільше на серцево-судинну систему людини, причому короткотривалий вплив інтенсифікує роботу серцево-судинної системи, а тривалий вплив уповільнює. ЕМП радіочастотного діапазону може порушувати адаптацію серцево-судинної системи до зміни умов навколишнього середовища і, як наслідок, є одним із факторів виникнення серцево-судинних хвороб.

Серцево-судинні хвороби – актуальна медико-соціальна проблема соціальної складової екологічної безпеки. Серед нозологічних форм серцево-судинної системи в Україні провідні місця посідають гіпертонічна хвороба 41,2%, ішемічна хвороба серця 27,5%, цереброваскулярні хвороби 16%. Поширеність гіпертонічної хвороби серед населення України за останні 15 років зростає у 3,6 рази, ішемічної хвороби серця – у 3,3 рази, цереброваскулярних хвороб – у 2,4 рази [89, 100, 108].

Відповідно до статистичних даних Івано-Франківського обласного інформаційно-аналітичного центру медичної статистики [75] кількість

zareєстрованих хвороб серцево-судинної системи жителів урбанізованої території м. Івано-Франківська протягом трьох останніх років має загальну тенденцію до зростання. Лише кількість випадків ішемічної хвороби серця у жінок протягом останніх років дещо зменшувалася. Дані щодо zareєстрованих протягом 2013-2015 років гіпертонічної хвороби (всі форми), ішемічної хвороби серця та цереброваскулярних хвороб представлено у табл. 4.1.

Кількість скарг на здоров'я в урбанізованих територіях поблизу радіостанцій, телевізійних веж, базових станцій мобільного зв'язку більша, ніж у місцевостях, де РТО не розміщено. Клінічні дослідження етіології дитячих хвороб показують погіршення у дітей, коті постійно проживають біля РТО, розумової працездатності, зниження уваги, пригнічення роботи нервової системи. Фіксувався також вплив ЕМП на інші процеси, в тому числі імунобіологічні [22, 27, 54].

Така дія ЕМП техногенного походження може бути одним з факторів, що спричиняє чи ускладнює перебіг гіпертонічної хвороби, ішемічної хвороби серця та цереброваскулярних хвороб судин головного мозку. Необхідно відмітити, що на розвиток хвороб серцево-судинної системи в організмі людини впливає цілий комплекс факторів.

Основними причинами гіпертонічної хвороби медики визначають часті стреси та депресії, паління та надмірне вживання алкогольних напоїв, спадкову схильність. Ішемічна хвороба серця зумовлена порушенням рівноваги між коронарним кровообігом та метаболічними потребами серцевого м'яза. Основними причинами ішемічної хвороби серця медики визначають артеріальну гіпертензію, паління, гіподинамію, надлишкову масу тіла, цукровий діабет та спадкову схильність. Цереброваскулярні хвороби характеризуються враженнями нервової системи внаслідок порушення мозкового кровообігу. Основними причинами цереброваскулярних хвороб у людини є атеросклероз, гіпертонія, аномалії мозкових судин (набуті або вроджені), цукровий діабет та хвороби крові [52, 93, 99, 120].

Таблиця 4.1 – Хвороби серцево-судинної системи, зареєстровані міськими поліклініками м. Івано-Франківська

2013 рік		
Назви хвороб	Чоловіки (18 років і більше)	Жінки (18 років і більше)
Гіпертонічна хвороба (всі форми)	25379	35878
Ішемічна хвороба серця	18419	23344
Цереброваскулярні хвороби	6187	9660
Всі хвороби серцево-судинної системи	137084	170752
2014 рік		
Назви хвороб	Чоловіки (18 років і більше)	Жінки (18 років і більше)
Гіпертонічна хвороба (всі форми)	28548	35960
Ішемічна хвороба серця	20363	21969
Цереброваскулярні хвороби	6823	9385
Всі хвороби серцево-судинної системи	151662	183925
2015 рік		
Назви хвороб	Чоловіки (18 років і більше)	Жінки (18 років і більше)
Гіпертонічна хвороба (всі форми)	28611	37357
Ішемічна хвороба серця	20259	22335
Цереброваскулярні хвороби	6344	9886
Всі хвороби серцево-судинної системи	151089	190114

Однак, спільним знаменником медичної етіології гіпертонічної хвороби, ішемічної хвороби серця та цереброваскулярних захворювань людини є фізіологічний механізм адаптації до змінних умов навколишнього середовища.

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 [6, 10, 14, 51, 54, 102, 105].

За офіційною інформацією Головного управління статистики в Івано-Франківській області загальна кількість населення м. Івано-Франківська станом на 1 липня 2014 року становила 245998 осіб. З них – 227165 осіб міського населення та 18833 особи сільського населення. Для подальшого дослідження соціальної складової урбокосистеми міста візьмемо до уваги лише міське доросле населення, котре постійно проживає в межах урбанізованої території і піддається впливу ЕМП техногенного походження.

Доросле населення м. Івано-Франківська (18 років і старші) обслуговує чотири поліклініки:

- міська поліклініка № 1 (вул. Чорновола, 59 а) обслуговує 57268 осіб, з них 49976 осіб, що проживають в межах урбанізованої території міста, без врахування жителів сіл Хриплін та Крихівці;

- міська поліклініка № 2 (вул. Довга, 42) обслуговує 58607 осіб, котрі проживають в межах урбанізованої території міста;

- міська поліклініка № 3 (вул. І. Франка, 30) обслуговує 38648 осіб, з них 32392 особи, що проживають в межах урбанізованої території міста, без врахування жителів сіл Микитинці та Угорники;

- міська поліклініка № 4 (вул. Вовчинецька, 196 а) обслуговує 43436 осіб, з них 40333 особи, що проживають в межах урбанізованої території міста, без врахування жителів села Вовчинець.

Медичні дані про реєстрацію поліклініками міста захворювань серцево-судинної системи протягом 2015 року серед дорослого населення віком від 18 років і старших, що проживає в межах урбанізованої території міста, відповідно до медичного кодування хвороб десятого перегляду (МКХ-10), введеного у дію наказом Міністерства охорони здоров'я України від 29.08.2008 року № 503, представлені в табл. 4.2. Статистична інформація надана Івано-Франківським обласним інформаційно-аналітичним центром медичної статистики.

Таблиця 4.2 – Дані про захворювання серцево-судинної системи дорослого населення (18 і більше років) за 2015 рік

Хвороби серцево-судинної системи		Гіпертонічна хвороба (всі форми)	Ішемічна хвороба серця	Цереброваскулярні хвороби
Поліклініка № 1	Зареєстровано захворювань/ захворювань на 1000 осіб населення	19743/ 395	11803/ 236	5578/ 112
	З них у захворювань у чоловіків/ захворювань на 1000 осіб населення	9089/ 182	5965/ 119	2174/ 44
	% від загальної кількості хвороб, зареєстрованих у чоловіків (18 років і більше)	19,7	13	4,7
	З них у захворювань жінок/ захворювань на 1000 осіб населення	10654/ 213	5838/ 117	3404/ 68
	% від загальної кількості хвороб, зареєстрованих у жінок (18 років і більше)	19,9	10,9	6,4
Поліклініка № 2	Зареєстровано захворювань/ захворювань на 1000 осіб населення	20325/ 347	13558/ 231	4447/ 76
	З них у захворювань у чоловіків/ захворювань на 1000 осіб населення	8653/ 148	6210/ 106	1833/ 31
	% від загальної кількості хвороб, зареєстрованих у чоловіків (18 років і більше)	18,9	13,6	4
	З них у захворювань жінок/ захворювань на 1000 осіб населення	11672/ 199	7348/ 125	2614/ 45
	% від загальної кількості хвороб, зареєстрованих у жінок (18 років і більше)	20	12,6	4,5
Поліклініка № 3	Зареєстровано захворювань/ захворювань на 1000 осіб населення	12999/ 401	8325/ 257	3150/ 97
	З них у захворювань у чоловіків/ захворювань на 1000 осіб населення	5333/ 165	3831/ 118	1292/ 40
	% від загальної кількості хвороб, зареєстрованих у чоловіків (18 років і більше)	18,5	13,3	4,5
	З них у захворювань жінок/ захворювань на 1000 осіб населення	7666/ 236	4494/ 139	1858/ 57
	% від загальної кількості хвороб, зареєстрованих у жінок (18 років і більше)	19,7	11,5	4,8
Поліклініка № 4	Зареєстровано захворювань/ захворювань на 1000 осіб населення	12901/ 320	8908/ 221	3055/ 76
	З них у захворювань у чоловіків/ захворювань на 1000 осіб населення	5536/ 137	4253/ 105	1045/ 26
	% від загальної кількості хвороб, зареєстрованих у чоловіків (18 років і більше)	18,2	14	3,4
	З них у захворювань жінок/ захворювань на 1000 осіб населення	7365/ 183	4655/ 116	2010/ 50
	% від загальної кількості хвороб, зареєстрованих у жінок (18 років і більше)	18,7	11,8	5,1

Окрім того, середні значення захворюваності чоловіків на гіпертонічну хворобу становлять 158 випадків на 1000 осіб населення; на ішемічну

хворобу – 112 випадків; на цереброваскулярні захворювання – 35 випадків; у жінок відповідно на гіпертонічну хворобу – 208 випадків, на ішемічну хворобу – 100 випадків; на цереброваскулярні захворювання – 55 випадків.

З наведених у табл. 4.1 та табл. 4.2 даних можна зробити висновки про те, що за даними чотирьох міських поліклінік відсоток захворюваності на гіпертонічну хворобу (всі форми) та цереброваскулярні хвороби в жінок вищий ніж у чоловіків; відсоток захворюваності на ішемічну хворобу серця у чоловіків вищий ніж у жінок; найбільший відсоток захворюваності на гіпертонічну хворобу (всі форми) у чоловіків спостерігається в зоні обслуговування поліклініки № 1, у жінок – в зоні обслуговування поліклініки № 2; найбільший відсоток захворюваності на ішемічну хворобу серця спостерігається в зоні обслуговування поліклініки № 2; найбільший відсоток захворюваності на цереброваскулярні хвороби у чоловіків і жінок спостерігається в зоні обслуговування поліклініки № 1.

Розрахунок захворюваності чоловіків та жінок (18 років і старших) на 1000 осіб в розрізі всіх чотирьох поліклінік м. Івано-Франківська дозволяє зробити висновок про те, що серед чоловіків і жінок найбільше випадків захворюваності зустрічається у поліклініці № 1, найменше – у поліклініці № 2, причому захворюваність жінок вища у всіх поліклініках.

4.2. Створення еколого-медичних карт впливу електромагнітних полів радіочастотного діапазону на соціальну складову екологічної безпеки

Картографічний метод є одним із методів екологічних досліджень. Створення екологічних карт дозволяє просторово відобразити взаємодію живих організмів, людини і середовища існування. Одним із видів екологічних карт є еколого-медичні карти, які просторово характеризують стан здоров'я населення, зумовлений станом навколишнього середовища і техносфери [4].

Відповідно до даних за 2015 рік, наданих Івано-Франківським обласним інформаційно-аналітичним центром медичної статистики, урбанізована територія міста Івано-Франківська розподілена на території обслуговування між чотирма міськими поліклініками. Розподіл вулиць та будинків, що належать до територій обслуговування Івано-Франківських міських поліклінік представлено у додатку Е.

Для створення екологічних карт впливу ЕМП на соціальну складову ЕБ урбанізовану територію м. Івано-Франківська було поділено на чотири частини, відповідно до зон обслуговування міських поліклінік [4, 108]. На кожній частині карти показано захворюваність (стовпчикові діаграми) чоловіків та жінок на гіпертонічну хворобу (всі форми), ішемічну хворобу серця та цереброваскулярні захворювання.

Оскільки для визначення впливу електромагнітного поля на соціальну складову урбоекосистеми доцільно брати до уваги показники $\mu_{\text{сер.}}$, $\mu_{\text{макс.}}$ та $E_{\text{сер.}}$, було побудовано три екологічні карти (рис. 3.1-3.3) впливу саме цих параметрів ЕМП на соціальну складову ЕБ урбанізованої соціоекосистеми м. Івано-Франківська. Карты створено за допомогою геоінформаційної системи ГІС MapInfo Professional 10.0 [31] та з використанням сервісу Google Maps.

Еколого-картографічний аналіз впливу ЕМП, як одного з антропогенних факторів урбанізованої соціоекосистеми, на соціальну складову ЕБ урбанізованої території м. Івано-Франківська дозволяє зробити деякі висновки.

Найбільший вплив на адаптаційні механізми серцево-судинної системи жителів урбанізованої території міста (18 років і старших) мають максимальні значення густини потоку енергії ЕМП ($\mu_{\text{макс.}}$) та напруженості електричної складової ЕМП ($E_{\text{макс.}}$).

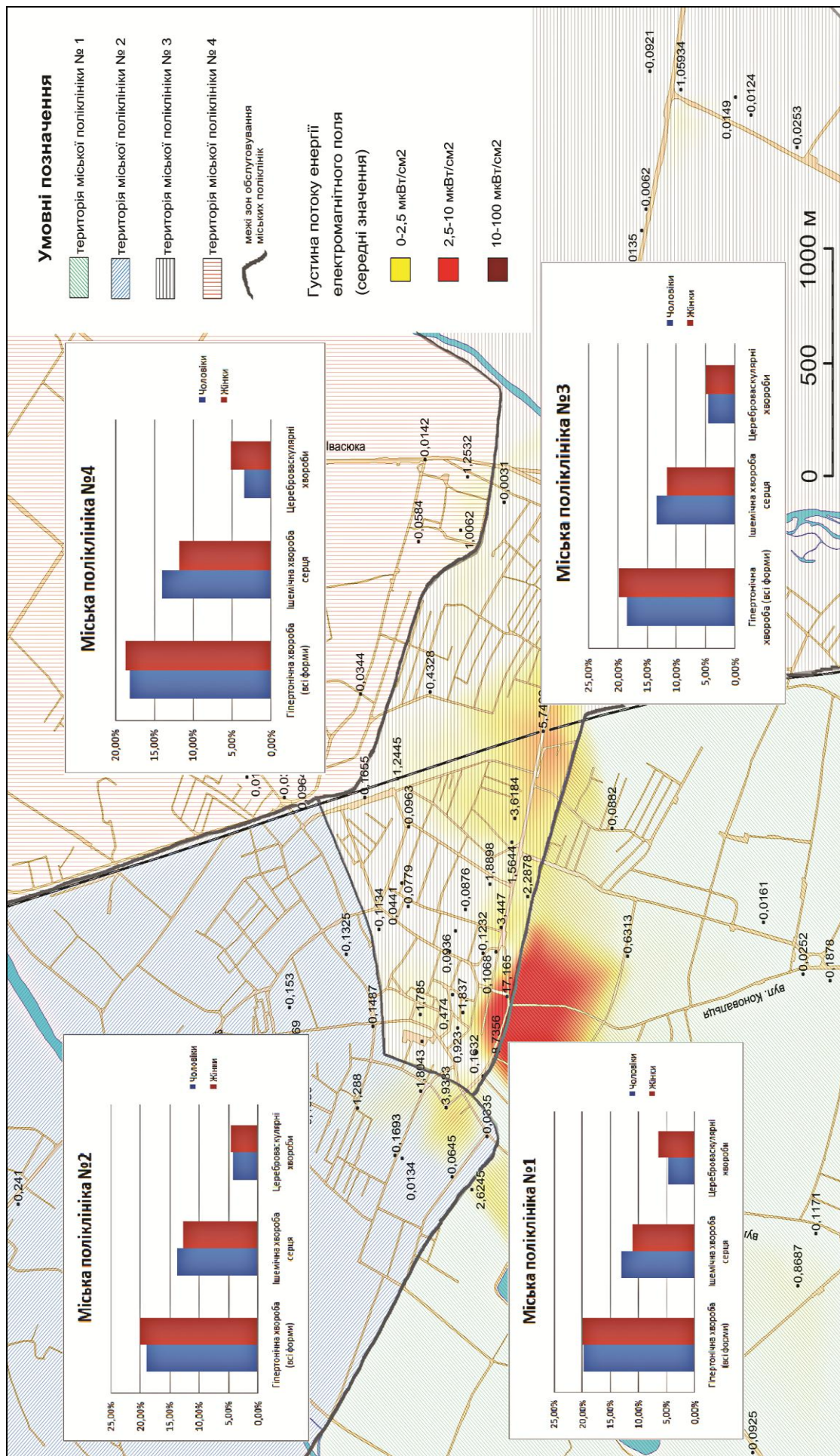


Рисунок 4.1 – Карта впливу середніх значень ГПЕ ЕМП на захворювання серцево-судинної системи чоловіків і жінок , що проживають на урбанізованій території м. Івано-Франківська

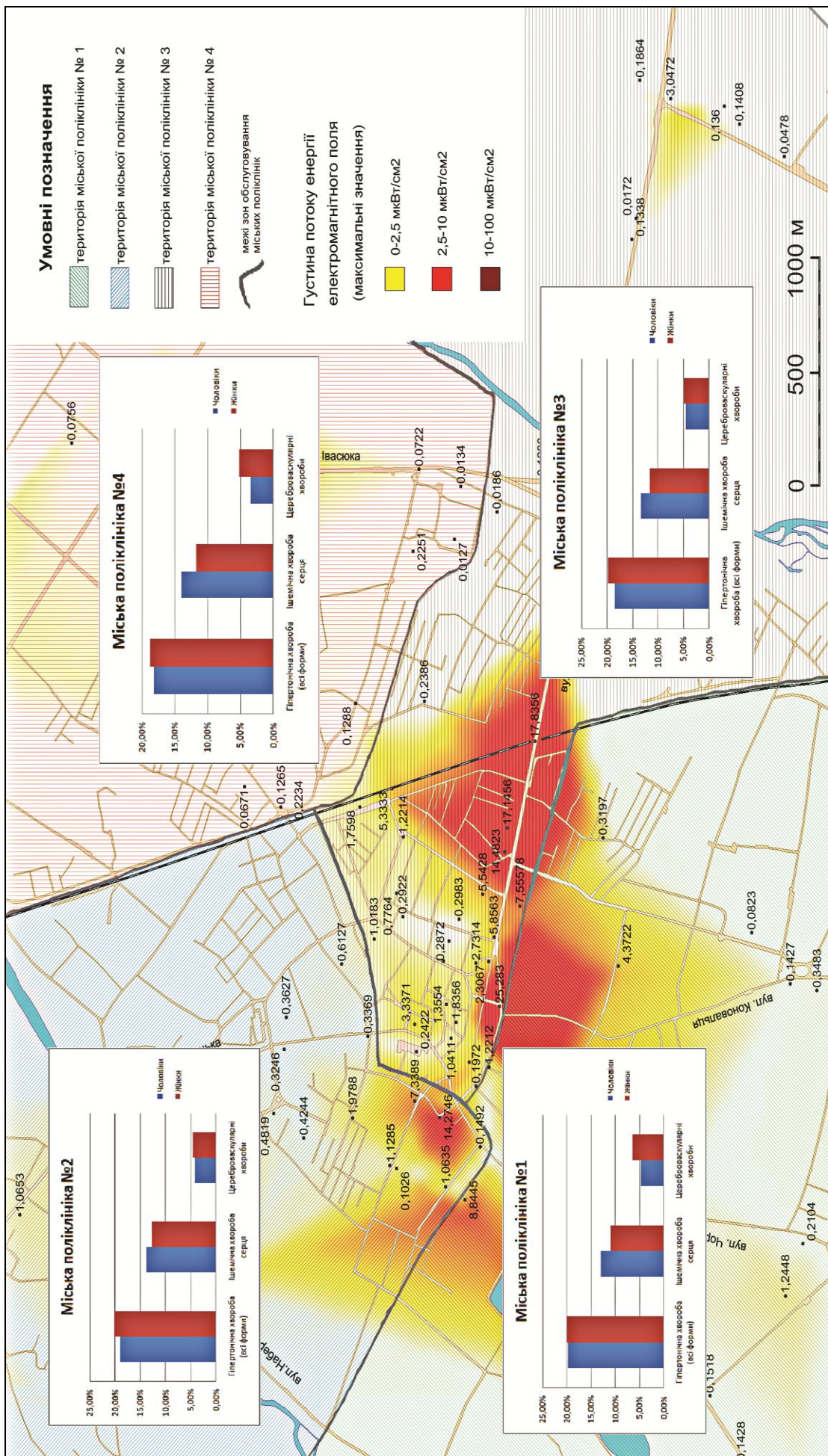


Рисунок 4.2 – Карта впливу максимальних значень ГПЕ ЕМП на захворювання серцево-судинної системи чоловіків і жінок, що проживають на урбанізованій території м. Івано-Франківська

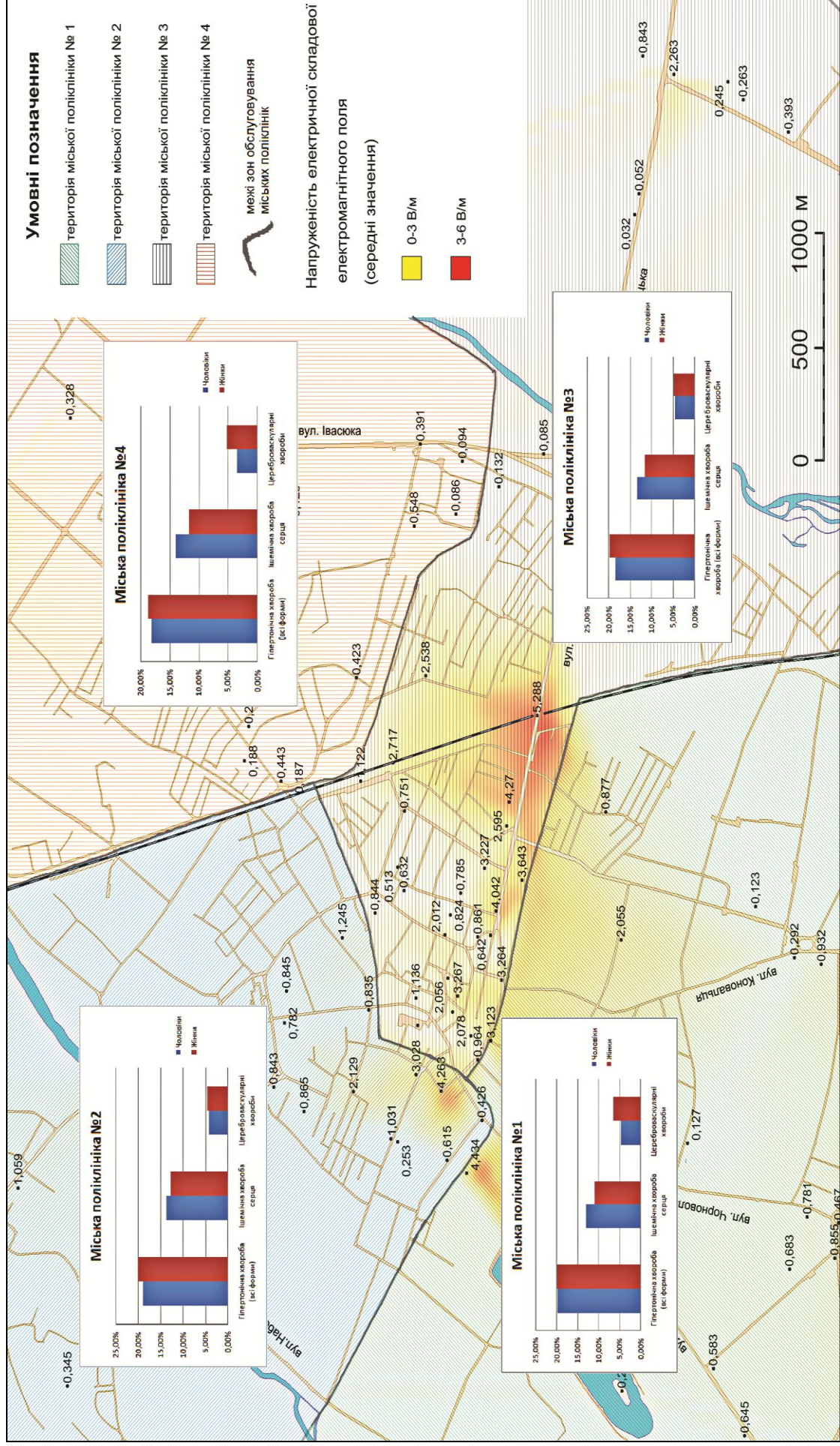


Рисунок 4.3 – Карта впливу середніх значень напруженості електричної складової ЕМП на захворювання серцево-судинної системи чоловіків і жінок, що проживають на урбанізованій території м. Івано-Франківська

Найменший вплив ЕМП і, відповідно, найнижча захворюваність на гіпертонічну хворобу (всі форми), ішемічну хворобу серця та цереброваскулярні хвороби спостерігаються в зоні обслуговування міської поліклініки № 4.

Найбільший вплив ЕМП і, відповідно, найвища захворюваність на гіпертонічну хворобу (всі форми) та цереброваскулярні хвороби спостерігаються в зоні обслуговування міської поліклініки № 1.

Найбільший вплив ЕМП і найнижча захворюваність на ішемічну хворобу серця спостерігаються в зоні обслуговування міської поліклініки № 1.

ЕМП техногенного походження більше впливають на медичну етіологію гіпертонічної хвороби і цереброваскулярних хвороб і спричиняють менший вплив на виникнення ішемічної хвороби серця.

4.3. Математичне прогнозування впливу електромагнітних полів радіочастотного діапазону на хвороби серцево-судинної системи жителів урбанізованої території м. Івано-Франківська

Для прогнозування впливу ЕМП на етіологію хвороб серцево-судинної системи чоловіків та жінок використовували нормалізовані дані параметрів ЕМП (додаток Г), здобуті експериментальним шляхом в зонах обслуговування поліклінік м. Івано-Франківська (додаток Е). На першому етапі визначали парні коефіцієнти кореляції і тісноту зв'язку між параметрами ЕМП та хворобами серцево-судинної системи чоловіків та жінок, зокрема їхні значення на 1000 осіб. Коефіцієнти кореляції представлені у таблиці (табл. 4.3).

Найбільша тіснота зв'язку спостерігається між $\ln N_{\text{макс}}$ та хворобами серцево-судинної системи у чоловіків та жінок (18 років і старшими): на території поліклініки № 1 зв'язок помірний (r від 0,45 до 0,48); на територіях

поліклінік № 2 і 3 зв'язок значний (r від 0,54 до 0,56); на території поліклініки № 4 зв'язок сильний (r від 0,72 до 0,74).

Таблиця 4.3 – Матриця коефіцієнтів кореляції нормалізованих факторних даних ЕМП та хвороб серцево-судинної системи

Міська поліклініка № 1		
Факторні дані	Хвороби серцево-судинної системи, чоловіки (18 років і старші)	Хвороби серцево-судинної системи, жінки (18 років і старші)
$\ln E_{\text{макс.}}$	0,31	0,28
$\ln H_{\text{макс.}}$	0,48	0,45
$\ln \mu_{\text{макс.}}$	0,21	0,18
$\ln E_{\text{сер.}}$	0,15	0,12
$\ln H_{\text{сер.}}$	0,33	0,30
$\ln \mu_{\text{сер.}}$	0,17	0,30
Міська поліклініка № 2		
Факторні дані	Хвороби серцево-судинної системи, чоловіки (18 років і старші)	Хвороби серцево-судинної системи, жінки (18 років і старші)
$\ln E_{\text{макс.}}$	0,40	0,38
$\ln H_{\text{макс.}}$	0,56	0,55
$\ln \mu_{\text{макс.}}$	0,27	0,26
$\ln E_{\text{сер.}}$	0,25	0,24
$\ln H_{\text{сер.}}$	0,34	0,32
$\ln \mu_{\text{сер.}}$	0,19	0,18
Міська поліклініка № 3		
Факторні дані	Хвороби серцево-судинної системи, чоловіки (18 років і старші)	Хвороби серцево-судинної системи, жінки (18 років і старші)
$\ln E_{\text{макс.}}$	0,36	0,33
$\ln H_{\text{макс.}}$	0,56	0,54
$\ln \mu_{\text{макс.}}$	0,29	0,27
$\ln E_{\text{сер.}}$	0,23	0,20
$\ln H_{\text{сер.}}$	0,34	0,32
$\ln \mu_{\text{сер.}}$	0,25	0,23
Міська поліклініка № 4		
Факторні дані	Хвороби серцево-судинної системи, чоловіки (18 років і старші)	Хвороби серцево-судинної системи, жінки (18 років і старші)
$\ln E_{\text{макс.}}$	0,49	0,45
$\ln H_{\text{макс.}}$	0,74	0,72
$\ln \mu_{\text{макс.}}$	0,22	0,18
$\ln E_{\text{сер.}}$	0,17	0,14
$\ln H_{\text{сер.}}$	0,39	0,36
$\ln \mu_{\text{сер.}}$	0,19	0,16

На другому етапі для перевірки за t -критерієм Стьюдента використовували пакет «Аналіз даних» Microsoft Office Excel, зокрема його статистичну функцію «Двохвибірковий t -тест з різними дисперсіями». Для розрахунків визначали $t_{експ}$ для коефіцієнтів кореляції між $\ln N_{\max}$ та хворобами серцево-судинної системи у чоловіків та жінок (18 років і старших). $t_{експ}$ становить від 2,74 до 3,12 і кожного разу є меншим за $t_{табл}$, що становить від 1,96 до 2,24. Кожного разу $|t_{експ}| > t_{табл}$, коефіцієнти кореляції достовірні (значущі), а зв'язок між залежними змінними суттєвий.

На третьому етапі для кореляції медико-екологічних чинників для заданих таблицею функцій проводили розрахунок статистичних характеристик і вибір «кращої», що має найменше відхилення розрахункових значень від фактичних, функції з десяти аналітичних залежностей. Методом найменших квадратів визначали коефіцієнти a і b для кожної з десяти аналітичних залежностей. «Краща» залежність вибирається по мінімальному значенню середніх квадратичних відхилень розрахункових даних від фактичних. Для цієї залежності в інтервалі всіх значень аргумента обчислюються розрахункові значення функції.

$$1) y = a + bz; a=148,249863621828; b=-35,2090818457139;$$

$$2) y = a + \frac{b}{z}; a=57,4298542135567; b=32,1987118101842;$$

$$3) y = a + b \cdot \ln z; a=100,51093889111; b=-41,8158052403957;$$

$$4) y = az^b; a=87,9879523271476; b=-0,747660516112344;$$

$$5) y = a \cdot e^{bz}; a=195,482907897659; b=-0,59649024500054;$$

$$6) y = \frac{1}{a + bz}; a=-0,00179277916134842; b=0,0120842540921088;$$

$$7) y = a \cdot e^{bz^2}; a=139,977182691674; b=-0,166809034648707;$$

$$8) y = \frac{z}{az + b}; a=0,0318834554409261; b=-0,0135797634116899;$$

$$9) y = a + b \cdot z^3; a=24,458480219128; b=3,15719757012256;$$

$$10) y = a + b \cdot z^2; a=129,649686535485; b=-10,1261750143547.$$

Середня похибка апроксимації:

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1) 32,3598585981876; | 2) 71,6807226721726; |
| 3) 53,692792932291; | 4) 43,3588157037756; |
| 5) 29,9097788698461; | 6) 56,4548280439936; |
| 7) 19,2547917128397; | 8) 57,1699579100426; |
| 9) 13,1723559653976; | 10) 19,0668947166669. |

«Кращою» для значень хвороб серцево-судинної системи у чоловіків (y) та $\ln H_{\text{макс.}}(z)$ є функція 9: $y = a + b \cdot z^3; a=124,46; b=-3,16.$

Аналогічні обчислення проводили для визначення значень «кращої» функції для хвороб серцево-судинної системи жінок:

- 1) $y = a + bz; a=171,32157032411; b=-32,8614962096273;$
- 2) $y = a + \frac{b}{z}; a=97,1799970412552; b=19,3305800021626;$
- 3) $y = a + b \cdot \ln z; a=125,354853225446; b=-33,7498149161693;$
- 4) $y = az^b; a=114,801056491677; b=-0,442068927799617;$
- 5) $y = a \cdot e^{bz}; a=194,246402391298; b=-0,384916943491725;$
- 6) $y = \frac{1}{a + bz}; a=0,00308339053041115; b=0,00494721094387568;$
- 7) $y = a \cdot e^{bz^2}; a=159,658517539356; b=-0,112524276035067;$
- 8) $y = \frac{z}{az + b}; a=0,0162278322504915; b=-0,00491113938982469;$
- 9) $y = a + b \cdot z^3; a=52,335727053098; b=3,23604824601053;$
- 10) $y = a + b \cdot z^2; a=156,50090203029; b=-10,088805118038.$

Середня похибка апроксимації:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1) 33,6243508990773; | 2) 53,9067404162907; |
| 3) 46,028895762211; | 4) 38,7348100269526; |
| 5) 30,2954154852881; | 6) 34,9049677037814; |
| 7) 22,9715914263653; | 8) 40,1007197636277; |

9) 19,481418024352;

10) 24,2381188007462.

«Кращою» для значень хвороб серцево-судинної системи у жінок (y) та $\ln N_{\text{макс.}}$ (z) є функція 9: $y = a + b \cdot z^3$; $a=152,34$; $b=-3,24$.

Графічно залежності хвороб серцево-судинної системи чоловіків та жінок (18 років і старших) в розрахунку на 1000 осіб населення від $N_{\text{макс}}$ представлено у вигляді графіків (рис. 4.4). Значення $\ln N_{\text{макс}}$ представлено в межах від 0,1 до 3,5 мА/м, зафіксованих в межах урбоекосистеми м. Івано-Франківська.

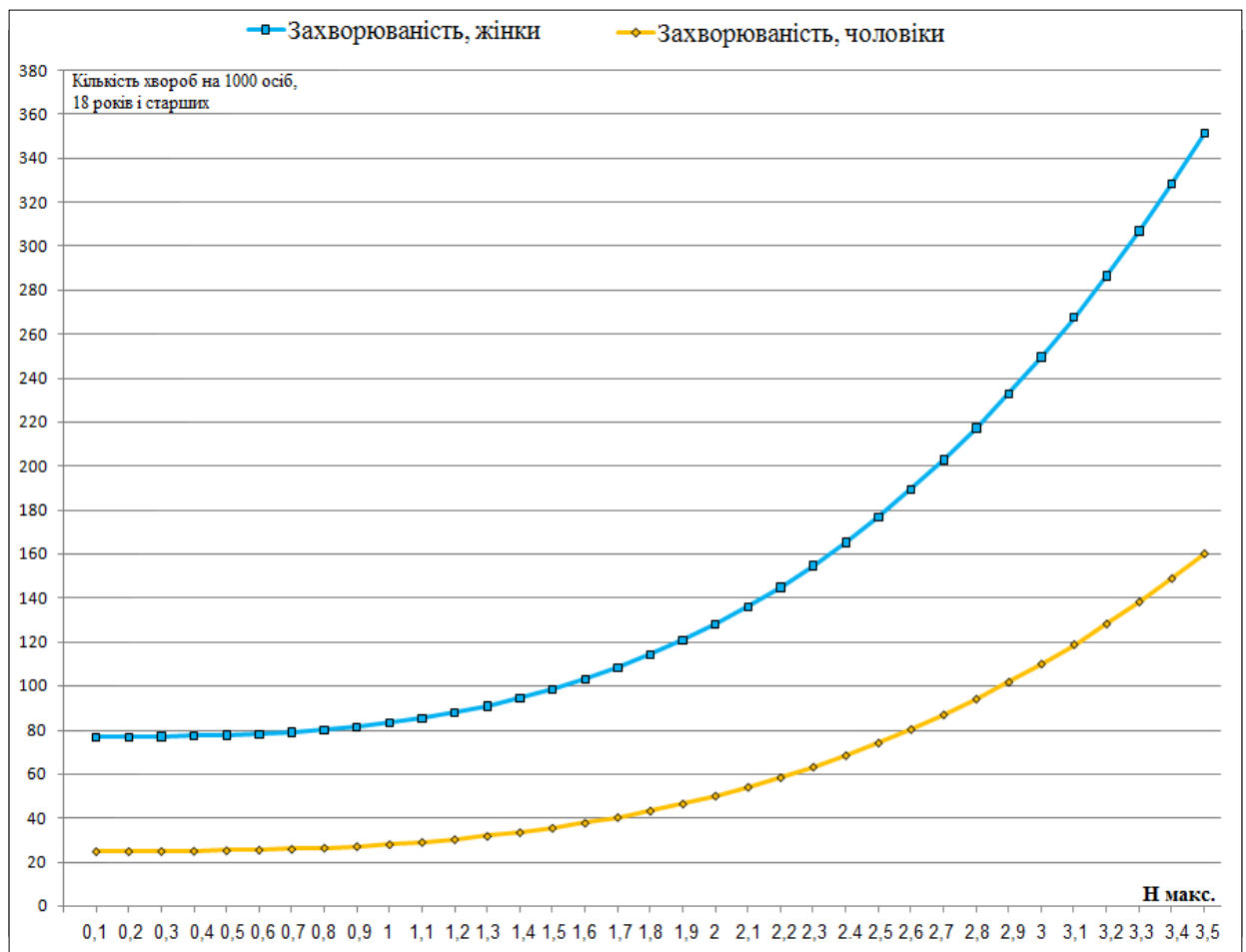


Рисунок 4.4 – Графік функціональної залежності хвороб серцево-судинної системи у чоловіків та жінок від $N_{\text{макс.}}$

Проведені дослідження та розрахунки дозволяють зробити висновок про те, що найбільше на етіологію серцево-судинних захворювань чоловіків та жінок впливає магнітна складова ЕМП. Причому, при однаковому впливі N , до захворювань серцево-судинної системи більше схильні жінки. Зі

збільшенням напруженості магнітної складової ЕМП зростає ризик захворювання на хвороби серцево-судинної системи.

Висновки до четвертого розділу

1. Статистичні медичні дані підтверджуються математичним прогнозуванням і вказують на те, що в урбоecosystemі м. Івано-Франківська існує тенденція до більшої кількості захворювань серцево-судинної системи серед жінок, порівняно з чоловіками.

2. ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону більше впливають на медичну етіологію гіпертонічної хвороби і цереброваскулярних хвороб і спричиняють менший вплив на виникнення ішемічної хвороби серця.

2. Захворюваність на гіпертонічну хворобу (всі форми) та цереброваскулярні хвороби вища у жінок, а захворюваність на ішемічну хворобу серця вища у чоловіків.

3. Найбільша захворюваність на гіпертонічну хворобу (всі форми) у чоловіків спостерігається в зоні обслуговування поліклініки № 1, у жінок – в зоні обслуговування поліклініки № 2.

4. Серед чоловіків і жінок найбільше випадків захворюваності в розрахунку на 1000 осіб зустрічається у поліклініці № 1, найменше – у поліклініці № 4, причому захворюваність жінок вища у всіх поліклініках.

5. Найбільший вплив на етіологію хвороб серцево-судинної системи у чоловіків та жінок мають максимальні значення магнітної складової ЕМП ($H_{\text{макс}}$), причому найбільша тіснота цього впливу спостерігається на території обслуговування поліклініки № 4.

РОЗДІЛ 5.

УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНОЮ СКЛАДОВОЮ УРБОЕКОСИСТЕМИ В УМОВАХ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ

5.1. Розробка системи захисту урбоєкосистеми від електромагнітних полів

Починаючи з 90-х років минулого століття в урбоєкосистемах спостерігаються зміни джерел ЕМП, пов'язані з виникненням мобільного зв'язку, освоєнням нових частотних діапазонів телевізійного та радіомовлення, розвитком засобів дистанційного спостереження та контролю. Особливістю експлуатації цих джерел ЕМП є створення рівномірного покриття територій ЕМП потрібної напруженості, що призводить до збільшення електромагнітного фону навколишнього середовища.

Всі існуючі сучасні джерела ЕМП в урбоєкосистемі можна поділити на групи:

- системи виробництва, передачі, розподілу і споживання електроенергії постійного і змінного струму (0-3 кГц): електростанції, лінії електропередач, трансформаторні підстанції, системи електрозабезпечення і т. д.;

- автотранспорт та транспорт на електроприводі (0-3 кГц): залізнодорожний транспорт і його інфраструктура, метрополітен, тролейбуси, трамваї і т.п.;

- функціональні передатчики: радіостанції низькочастотного (30-300 кГц), середньочастотного (0,3-3 МГц), високочастотного (3-30 МГц) і зверхвисокочастотного (30-300 МГц) діапазонів; телевізійні передатчики; базові станції радіозв'язку; наземні станції космічного зв'язку; радіорелейні станції; радіолокаційні станції і т.п.;

– радіорелейні лінії, радіолокація, радіонавігація, мікрохвильові печі, медичні прилади, прискорювачі частинок (0,3-3 ГГц);

– радіолокація, супутниковий зв'язок, метеорологічні локатори, захисна сигналізація (3-30 ГГц);

– радіолокація, супутниковий зв'язок, радіорелейні лінії, радіонавігація (30-300 ГГц).

В розвитку технічних засобів, що випромінюють ЕМВ спостерігаються три тенденції.

По-перше, збільшення кількості джерел ЕМП через технічне освоєння і більш щільне заповнення частотних діапазонів.

По-друге, збільшення потужності РТО, передавачів, антен засобів телекомунікації, базових станцій мобільного зв'язку.

По-третє, швидке збільшення кількості складної побутової та офісної електронної техніки [22 59, 66].

Сучасний стан розвитку урбоєкосистем характеризується погіршенням екологічної ситуації по електромагнітному фактору. Такий стан справ спостерігається, у першу чергу, через домінування комерційних та споживацьких тенденцій в питаннях використання ЕМП, розміщення РТО в зонах масового скупчення людей, відсутність аналізу електромагнітної ситуації в містах та невідповідність нормативних документів, що регламентують параметри ЕМП в навколишньому середовищі та на робочих місцях.

В теорії безпеки життєдіяльності розроблено методи щодо захисту населення від ЕМП для конкретних випадків [23, 65, 109]. З гігієнічної точки зору нормування ЕМП здійснюється:

1) в залежності від частотного діапазону, причому ГДР ЕМП може бути постійним для певної ділянки діапазону частот або частотно залежним;

2) ГДР ЕМП часто прив'язують до технічних засобів (РТО, телевізійні та радіолокаційні станції, відеодисплейні термінали, побутова та офісна техніка и т.д.);

3) в нормативних документах виділяють різні категорії осіб, котрі піддаються впливу ЕМП: населення, виробничий персонал, користувачі (рис. 5.1).

Прогнозування ЕМП поблизу РТО, що випромінюють ЕМВ можна виконати трьома різними методами: моделювання, аналогій і екстраполяцій, евристичного прогнозування [65].

Метод моделювання є основним для проведення санітарної електромагнітної експертизи. Цей метод використовують для складання санітарного паспорта РТО, в якому обов'язково повинні міститися матеріали розрахунків ЕМП та санітарних зон. Математичні моделі розрахункового прогнозування закладаються в нормативні методичні документи [87-88].

Для моделювання поширення ЕМП у просторі нами використано метод математичного моделювання поширення ЕМП на основі вектора Умова-Пойнтінга. Для розрахунку ГПЕ використано дані потужностей випромінювання основних телевізійних каналів телевізійної вежі м. Івано-Франківська. Сумарна потужність випромінювань – 7,5 кВт. Проведені розрахунки показали, на відстані від 500 м до 2000 м від телевежі ГПЕ не перевищує ГДР, що становить $0,025 \text{ Вт/м}^2$. Аналогічно була розрахована ГПЕ від базової станції мобільного зв'язку при її потужності 20 кВт (максимально дозволена потужність) і перевищення ГДР розрахунки також не показали (розділ 2.3.).

Метод аналогій і екстраполяцій може застосовуватися для типових або схожих РТО: базових станцій мобільного зв'язку, радіолокаційних станцій, радіостанцій і т.п. При однаковому наборі технічних засобів і приблизно однакових умовах розміщення про електромагнітну обстановку нового об'єкта можна судити за її аналізом на раніше досліджених радіотехнічних об'єктах.

Цей метод використовувався нами при побудові екологічних карт середніх та максимальних значень поверхневої ГПЕ та напруженості електричної складової ЕМП урбанізованої території м. Івано-Франківська з

використанням ГІС MapInfo (рис. 3.1 – 3.4). Для побудови екологічних карт використовувалася база даних параметрів ЕМП, зібраних у 122 точках урбоекосистеми міста (додаток А). З використанням ГІС MapInfo дані екстраполювали і з врахуванням ГДР ЕМП за нормативними документами створювали екологічні карти [31].

Метод евристичного прогнозування використовується для надання комплексної електромагнітної експертизи урбоекосистеми і може використовуватися для прогнозування динаміки параметрів ЕМП. В основу методу покладений аналіз літературних даних щодо впливу ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону на соціальну складову урбоекосистем.

Евристичне прогнозування використано нами для створення медико-екологічних карт впливу параметрів ЕМП на захворювання серцево-судинної системи у чоловіків та жінок, котрі проживають у межах урбанізованої території м. Івано-Франківська (рис. 4.1 – 4.3). Для створення медико-екологічних карт були проаналізовані офіційні статистичні дані щодо хвороб серцево-судинної системи жителів міста та медична література щодо впливу ЕМП радіочастотного діапазону на організм людини взагалі і на серцево-судинну систему зокрема.

Виходячи з вищесказаного, можна виділити три методи захисту соціальної складової урбоекосистеми від впливу ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону.

Перший метод базується на просторовому чи часовому розділенні ноксосфери (простору, у якому діють ті чи інші небезпечні фактори навколишнього середовища) і гомосфери (простору, у якому перебуває людина).

Другий метод передбачає створення безпечного середовища, що оточує людину. Цей метод захисту населення від ЕМП передбачає використання лісозахисних смуг, штучних споруд, рельєфу місцевості. На виробництві цей

метод реалізується через екранування робочих місць чи приміщень або екранування джерел випромінювання.

Третій метод захисту від ЕМП передбачає використання засобів індивідуального захисту на виробництві – спеціальних комбінезонів, халатів, окулярів.

Для захисту урбоєкосистем від ЕМП застосовують системний підхід (рис. 5.1.), що включає нормування ЕМП в навколишньому середовищі, розрахункове прогнозування, інструментальний контроль за ЕМП та захист від ЕМВ [65-66].

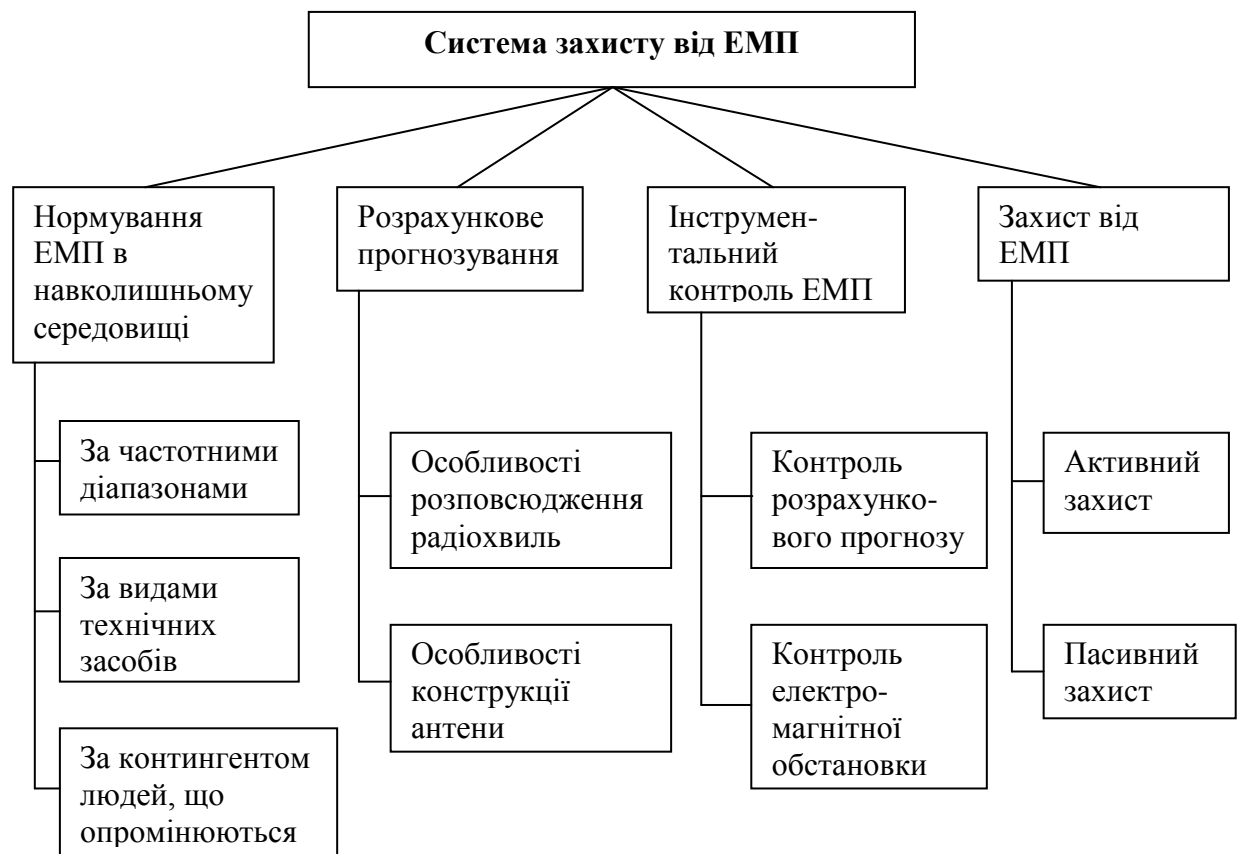


Рисунок 5.1 – Структура системи захисту навколишнього середовища і людини від ЕМП (за Ю. М. Сподобасвим та В. П. Кубановим, 2000 рік)

Нормування ЕМП з точки зору екології – це встановлення ГДР антропогенного фактора, який впливає на урбоєкосистему. ГДР – це рівень

впливу антропогенного фактора техногенного походження, який не викликає захворювань чи відхилень в стані здоров'я населення в реальному часі чи в наступних поколіннях. Відхилення в стані здоров'я населення, що виникають під впливом антропогенного фактора техногенного походження, який перевищує ГДР, повинні виявлятися сучасними методами досліджень. Крім цього, ГДР встановлюється за біологічно активними параметрами техногенного фактора, що впливає на біоту.

ЕМП як особлива форма існування матерії характеризується рядом параметрів: частотою, напруженістю електричної і магнітної складової ЕМП, фазою, поляризацією, видом модуляції, структурою і т.д. Біологічна активність майже всіх перелічених параметрів вже доведена і ступінь їх впливу враховується в нормативних документах щодо встановлення ГДР [77, 78].

Для оцінки впливу ЕМП на організм людини довгий час розроблялися дві гіпотези. Перша належить лікарям-гігієністам, які, спираючись на складність біофізичного та медичного вивчення впливу ЕМП техногенного походження на організм людини та його впливу на розвиток хвороб та відхилень у функціонуванні систем органів, тканин та клітин організму людини, намагалися запропонувати занижені значення ГДР основних параметрів ЕМП. Наприклад, у 1968 році ГДР для напруженості електричної складової ЕМП у високочастотному діапазоні був встановлений на рівні 0,2 В/м, у 1978 році – 4 В/м [66], у порівнянні з сучасним – 10 В/м [77, 78].

Другу гіпотезу розробляли інженери, спеціалісти з управлінської діяльності, економісти, котрі доводили, що низькі ГДР обмежують можливості технічного та економічного розвитку перспективних напрямків господарства та обмежують впровадження сучасних технічних інновацій. Альтернатива була запропонована у 1953 році американським вченим Г. Шваном, який запропонував встановити ГДР поверхневої ГПЕ для людини 100 мкВт/см². Такий рівень ГДР підвищує температуру об'єкта, що піддається впливу ЕМВ не більше ніж на 1 °С. У 1956 році такий ГДР був

прийнятий Американським національним інститутом стандартів для технічних працівників та населення [66].

Розрахункове прогнозування ЕМП є складним завданням, оскільки завжди виникають питання щодо точності розрахунків, деалізації технічних характеристик об'єктів, що випромінюють ЕМВ, місця їх розташування та висоти від поверхні ґрунту, особливостей рельєфу, специфіки забудови урбанізованої території [96]. Розрахункові методи розроблені на основі математичного моделювання електромагнітних хвильових процесів часто не можуть замінити інструментальний контроль, який дозволяє в умовах статистично неоднорідного середовища оцінити біологічну небезпеку ЕМП.

Інструментальне дослідження електромагнітного стану урбанізованої території необхідно проводити відповідно до загальноприйнятих методик [12, 94] і враховуючи технічні характеристики приладів, що використовуються [122]. Необхідно зважати на те, що ЕМВ від різних джерел ЕМП в межах урбанізованої території відповідно до специфіки рельєфу місцевості та забудови можуть накладатися, відбиватися, поглинатися із різною швидкістю. Інтенсивність впливу ЕМВ залежить від кліматичних умов, погодніх умов, часу доби, пори року і т.д.

Інструментальний контроль розрахункового прогнозування ЕМП проводять для оцінки даних розрахункового прогнозування, коли існує необхідність їх скоригувати, виявити невраховані фактори в розміщенні конкретних РТО.

Профілактичний інструментальний контроль застосовують для перевірки рівнів ЕМП в будь-яких точках урбоекосистем, в тому числі і таких, де складно провести розрахункове прогнозування. До приладів для здійснення профілактичного інструментального контролю за рівнем ЕМП існує ряд вимог: прилад повинен працювати в певному діапазоні частот; сенсор приладу повинен реагувати тільки на електричне чи магнітне поле і не реагувати на обидва поля одночасно; розмір сенсора повинен бути меншим за четверту частину довжини хвилі для найвищої частоти, що вимірюється;

прилад повинен забезпечувати вимірювання середніх та максимальних значень напруженості електричного поля E , В/м; напруженості магнітного поля H , А/м; поверхневої ГПЕ, мкВт/см²; час швидкодії приладу (частота дискретизації) повинен становити не більше 1сек.; прилад повинен бути обладнаний триканальним сенсором: для неізотопного вимірювання ЕМП налаштування повинні дозволяти експериментатору використовувати окремо осі X, Y чи Z сенсора, а для ізотопного вимірювання – всі осі сенсора одночасно.

Заходи захисту від ЕМП поділяють на активні і пасивні. Активний захист передбачає вплив на джерело випромінювання ЕМП безпосередньо для забезпечення зменшення потужності ЕМВ. До активних методів захисту від ЕМП відносять зменшення потужності РТО (планове, за спеціальним графіком з врахуванням потужностей інших РТО, в залежності від потреби), перенесення у віддаленіші райони чи реконструкція РТО, використання сучасної техніки з покращеними екологічними характеристиками.

Пасивний захист передбачає організаційні чи технічні заходи щодо зменшення впливу ЕМП на соціальну складову урбоєкосистем на прилеглих до радіотехнічних об'єктів територіях без впливу на самі радіотехнічні об'єкти [66]. До методів пасивного захисту відносять захист відстанню (створення санітарних зон навколо РТО), захист часом (обмеження часу перебування людей під впливом ЕМП), екранування (застосування матеріалів, що екранують чи поглинають ЕМП), врахування впливу ЕМП під час містобудування (озеленення, планування розміщення РТО, планування будівництва житлових будинків та інфраструктури міст з врахуванням розміщення вже існуючих РТО, використання рельєфу місцевості для «затінення» від ЕМП). Орієнтація новобудов «глухою» стіною до джерела ЕМП, зменшення поверховості забудови та збільшення проміжків між будинками можуть значно знизити вплив ЕМП техногенного походження на соціальну складову урбоєкосистем.

Розроблена нами стратегія зменшення впливу ЕМП техногенного походження на соціальну складову екологічної безпеки м. Івано-Франківська включає екологічний моніторинг показників ЕМП ($\mu_{\text{сер.}}$, $\mu_{\text{макс.}}$, $E_{\text{сер.}}$, $E_{\text{макс.}}$, $H_{\text{сер.}}$ та $H_{\text{макс.}}$) у визначених точках тест-полігону урбанізованої території міста, вивчення впливу ЕМВ у точках тест-полігону безпосередньо на організми чоловіків та жінок, що постійно перебувають у межах урбанізованої території (визначення артеріального тиску S , D , ϕ та частоти серцевих скорочень), статистичний аналіз медичних даних щодо захворюваності населення урбанізованої території, складання екологічних карт урбанізованої території міста та ЕМП, прогноз впливу ЕМВ на урбоекосистему та рекомендації щодо його зменшення (рис. 5.2).

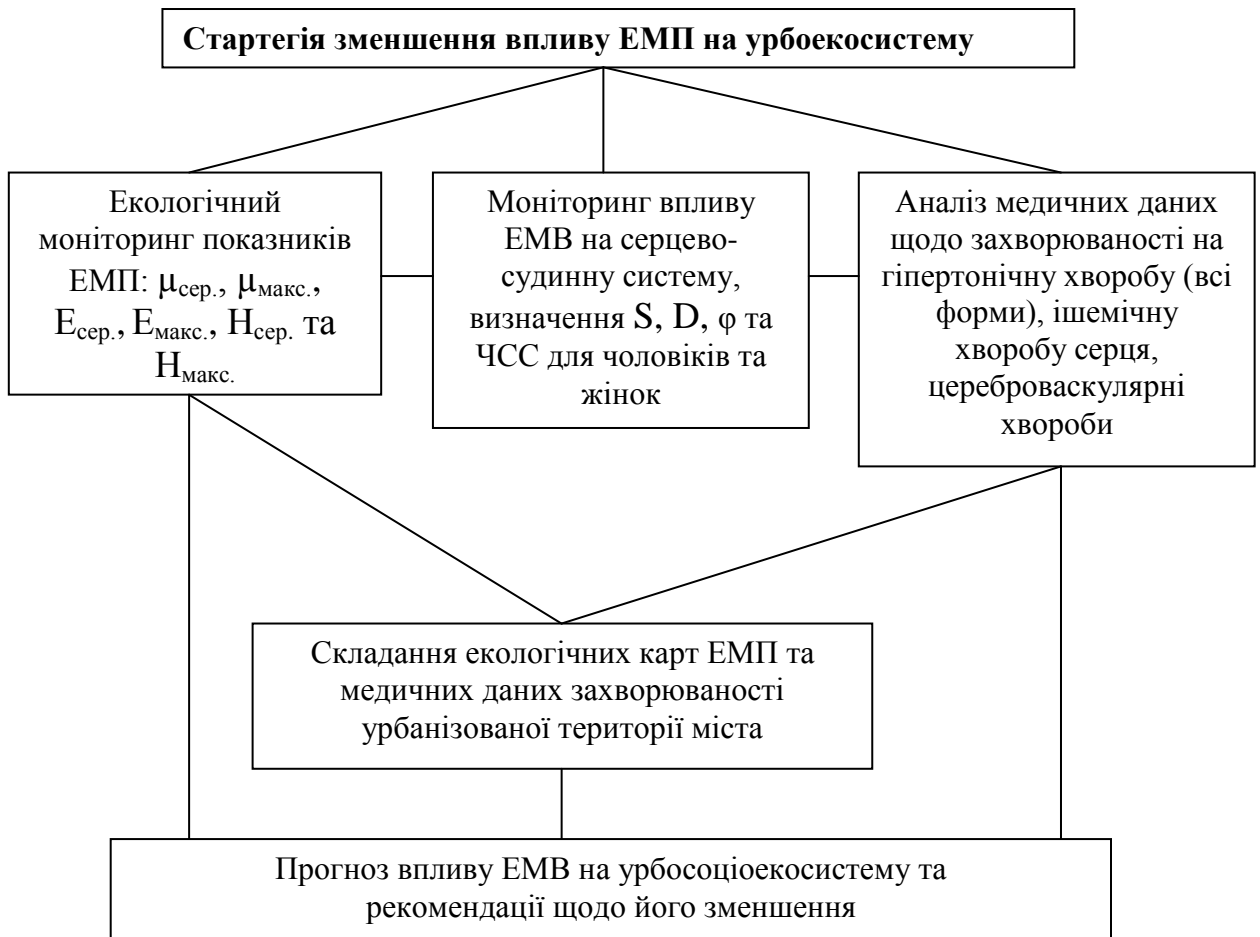


Рисунок 5.2 – Схема екологічних заходів щодо реалізації стратегії управління соціальною складовою екологічної безпеки в умовах електромагнітного випромінювання

Статистичний аналіз моніторингу показників ЕМП та впливу ЕМВ на серцево-судинну систему мешканців урбанізованих територій міст в точках тест-полігону урбоекосистеми, аналіз медичних даних щодо захворюваності чоловіків та жінок на гіпертонічну хворобу (всі форми), ішемічну хворобу серця та цереброваскулярні хвороби з наступною побудовою екологічних карт з використанням ГІС MapInfo дає можливість прогнозувати вплив ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону на урбоекосистему (на прикладі урбоекосистеми м. Івано-Франківська) в реальному часі та дозволяє розробити систему заходів для зменшення такого впливу у майбутньому.

5.2. Створення програми моніторингу електромагнітних полів на основі геоінформаційної системи MapInfo

Важливе значення для вивчення впливу ЕМП та захисту населення урбоекосистем від ЕМВ має екологічний моніторинг. Існує досвід застосування електромагнітної геоінформаційної технології для вивчення впливу ЕМП у м. Самара (Росія). Технологія містить елементи системи геоекологічного картографування інфраструктури та ЕМП з прив'язкою до електронної карти міста [95].

Для проведення екологічного моніторингу показників ЕМП нами створена комп'ютерна програма для моніторингу ЕМП урбоекосистеми м. Івано-Франківська (додаток Є). Зважаючи на факт, що процес моніторингу просторово-розподілених даних передбачає як збереження, накопичення та редагування семантичної інформації, так і візуалізацію даних, то найкраще підтримку цього процесу забезпечуватиме використання геоінформаційної системи (у даному випадку MapInfo). Для автоматизації моніторингу електромагнітного поля на досліджуваній території була створена програма на мові MapBasic. Безпосереднє керування частинами програми реалізоване через інтерфейс користувача, блок-схема якого представлена на рис. 5.3.

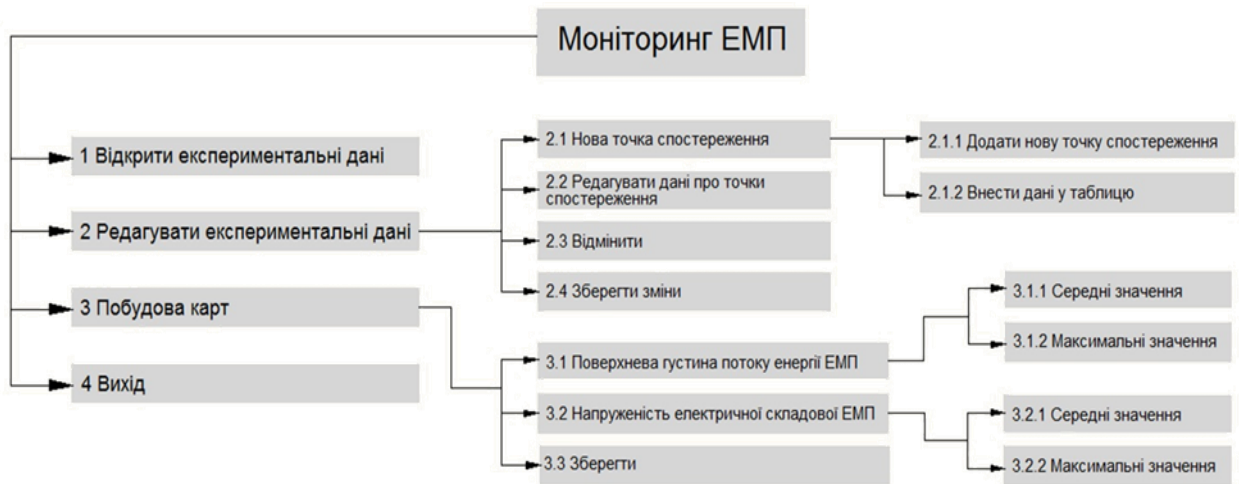


Рисунок 5.3 – Блок-схема інтерфейсу користувача

До стандартних пунктів меню було додано пункт меню «Моніторинг ЕМП» (рис. 5.4).

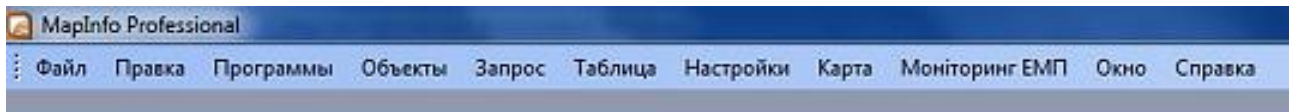


Рисунок 5.4 – Вигляд оновленого меню MapInfo

Розглянемо детально можливості застосування програми. Для початку роботи з даними моніторингу необхідно їх відкрити. При виборі пунктів меню Моніторинг ЕМП → Відкрити експериментальні дані у вікні карти ми отримуємо відображення території дослідження з нанесеними точками спостереження (рис. 5.5).

Елемент меню «Редагувати експериментальні дані» є найбільш важливим при проведенні моніторингу. За допомогою діалогових вікон відбувається взаємодія користувача та програми. Розглянемо детально особливості поведінки програми при виборі елементів пунктів меню Моніторинг ЕМП → Редагувати експериментальні дані.

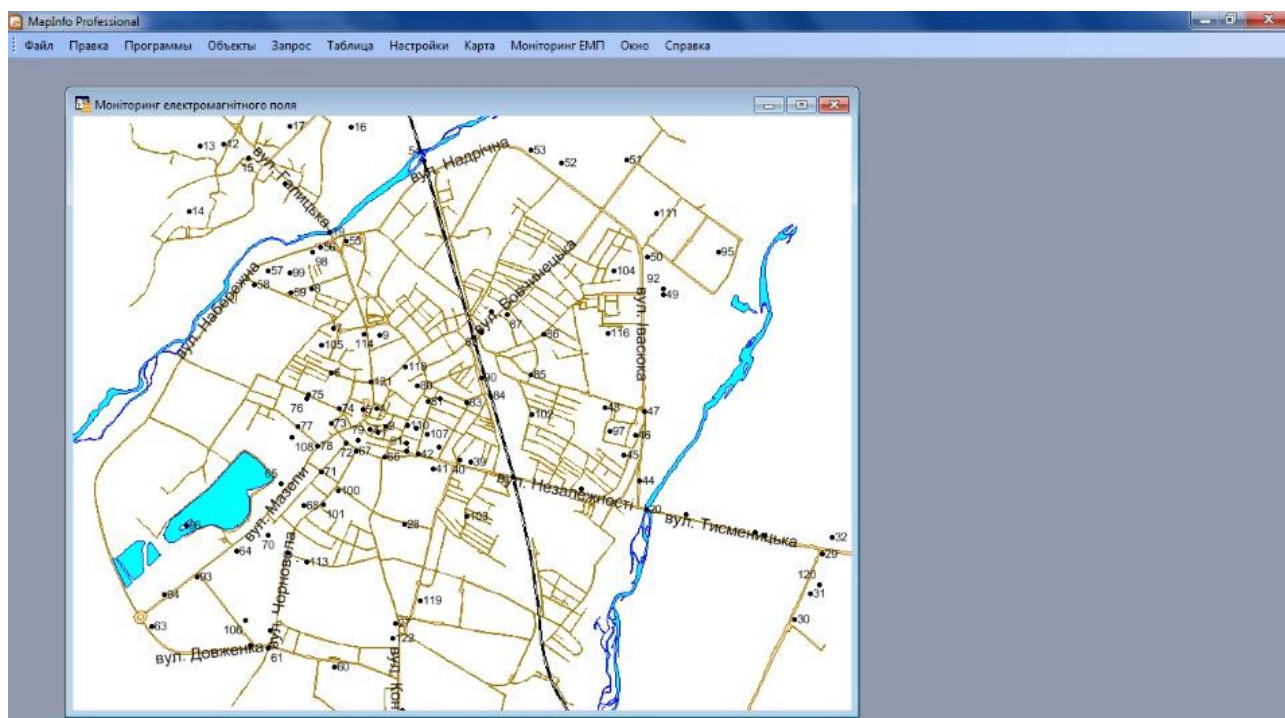


Рисунок 5.5 – Результат вибору пунктів меню Моніторинг ЕМП → Відкрити експериментальні дані

Команда Моніторинг ЕМП → Редагувати експериментальні дані → Нова точка спостереження містить два елементи:

1) Додати нову точку спостереження (п. 2.1.1, рис. 5.3). Цей елемент меню робить активним інструмент для додавання точки спостереження на карту. В результаті вибору бачимо, що курсор змінив свій вигляд на +. Після цього необхідно навести курсор на місце спостереження та зробити клік лівою кнопкою миші. На карті з'являється нова точка спостереження, підписана значенням нуль. На даний момент у кінці таблиці, що містить дані про точки спостереження вже доданий новий рядок (решта таблиць залишаються незмінними). Причому в полі «Номер точки» є значення нуль, а решта полів – порожні. Після додавання точки на карту користувач може або відмінити свою дію (п. 2.3, рис. 5.3) або занести дані про точку спостереження таблицю (п. 2.1.2, рис. 5.3).

2) Внести дані у таблицю (п. 2.1.2, рис. 5.3). Цей елемент меню викликає діалогове вікно (рис. 5.6). Діалог пропонує користувачу задати значення для усіх полів таблиці, окрім номера точки спостереження.

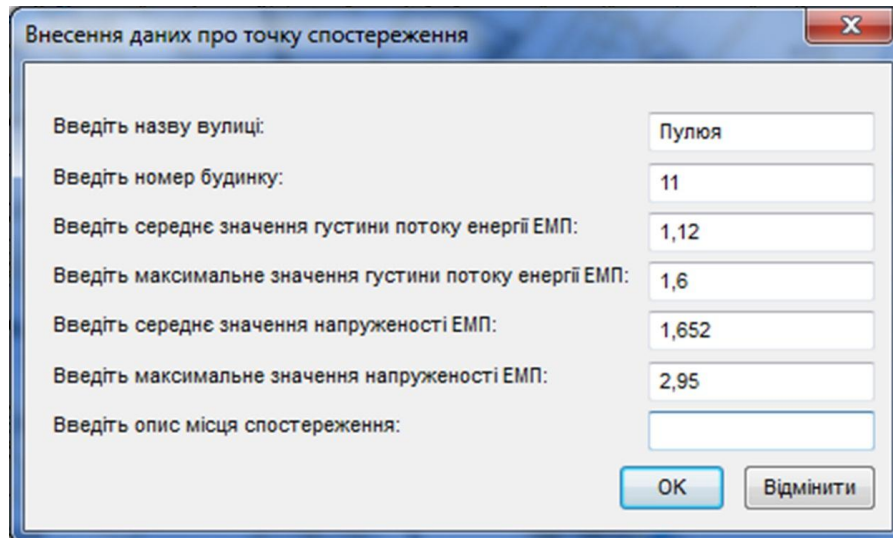


Рисунок 5.6 – Діалогове вікно для внесення даних про нову точку спостереження

Після того як користувач заповнить комірки діалогового вікна та натисне кнопку ОК, програма згенерує наступний по порядку номер точки спостереження та сповістить про успішне додавання точки та її номер (рис. 5.7).

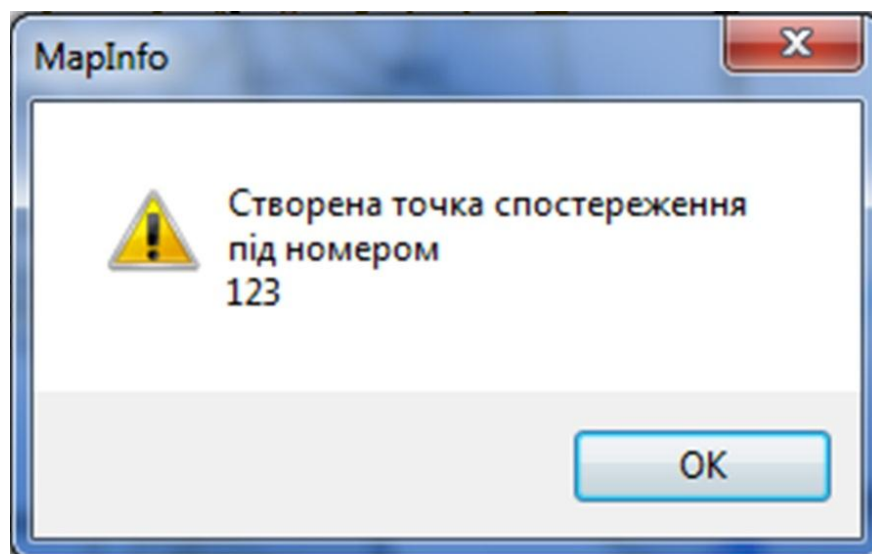
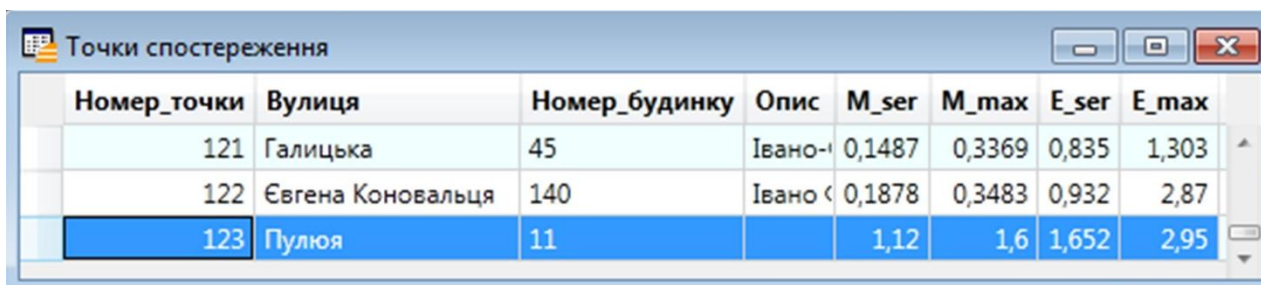


Рисунок 5.7 – Інформаційне повідомлення програми про створення нової точки спостереження

Після внесення даних у комірки діалогу дані автоматично заносяться у відповідні поля рядка таблиці (рис. 5.8), що відповідає останньому створеному графічному об'єкту.



Номер_точки	Вулиця	Номер_будинку	Опис	M_ser	M_max	E_ser	E_max
121	Галицька	45	Івано-ч	0,1487	0,3369	0,835	1,303
122	Євгена Коновальця	140	Івано <	0,1878	0,3483	0,932	2,87
123	Пуля	11		1,12	1,6	1,652	2,95

Рисунок 5.8 – Дані про нову точку спостереження додану користувачем

У випадку якщо користувач закриє діалог за допомогою кнопки Відмінити, то дані не будуть занесені у таблицю, про що програма видасть на екран інформаційне повідомлення (рис. 5.9).

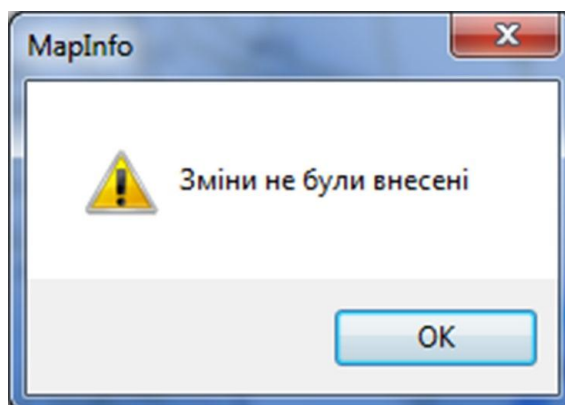


Рисунок 5.9 – Інформаційне повідомлення програми про відміну занесення даних про точку спостереження

Наступний елемент меню Моніторинг ЕМП → Редагувати експериментальні дані → Редагувати дані про точки спостереження викликає діалогове вікно, що дозволяє оновити дані на вже існуючих точках

спостереження. Програма пропонує ввести номер точки спостереження та виміряні значення густини потоку енергії ЕМП та значення напруженості електричної складової ЕМП. На рисунку 5.10 відображене діалогове вікно для заміни даних на точці спостереження.

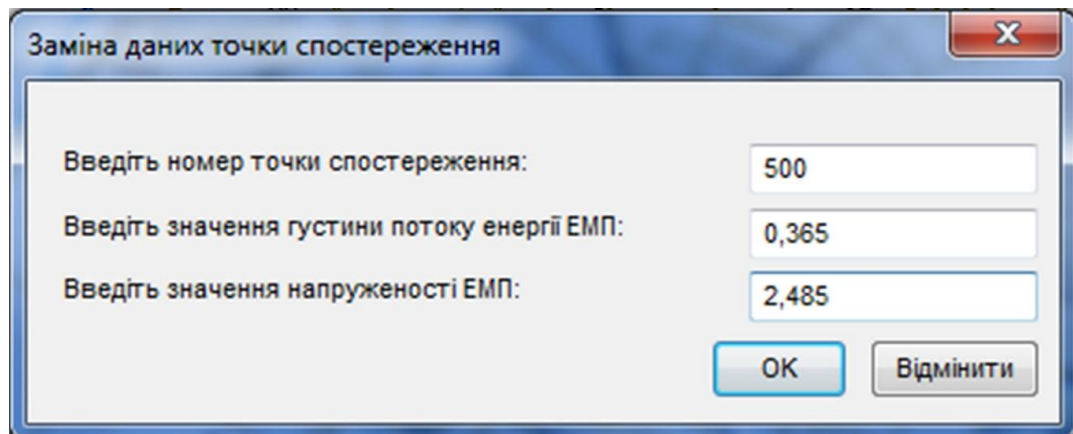


Рисунок 5.10 – Діалогове вікно для заміни даних на точці спостереження

Оскільки у таблиці існує дискретна кількість точок, є вірогідність, що користувач спробує оновити дані на точці спостереження, якої не існує. У такому випадку після натиснення клавіші ОК на екрані з'явиться інформаційне повідомлення програми про те, що точки з введеним номером не існує (рис. 5.11).

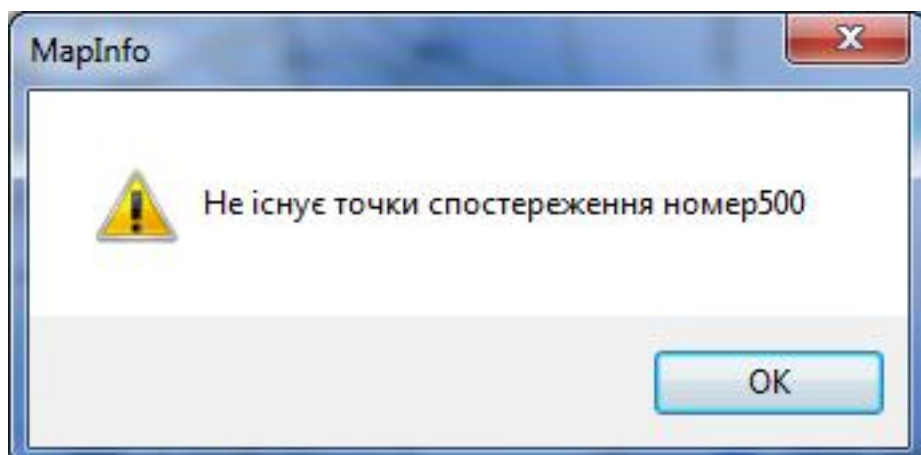


Рисунок 5.11 – Інформаційне повідомлення програми

У випадку, коли користувач введе номер точки, яка існує, програма розпізнає введені значення густини потоку енергії ЕМП та значення напруженості електричної складової ЕМП. Якщо введені значення є більшим за максимальне значення відповідної величини, то програма оновить максимальне значення величини. Якщо ж введені значення не перевищуватиме максимальне, то програма визначить середнє арифметичне із значення існуючого у таблиці та введенного користувачем та оновить середнє значення відповідної величини. Після виходу користувача з діалогу за допомогою кнопки ОК програма видасть два інформаційних повідомлення. Перше повідомлення вказуватиме, яке (середнє чи максимальне) значення густини потоку енергії ЕМП змінене (рис. 5.12), аналогічно друге повідомлення сповіщає про характер зміни значення напруженості електричної складової електромагнітного поля (рис. 4.13).

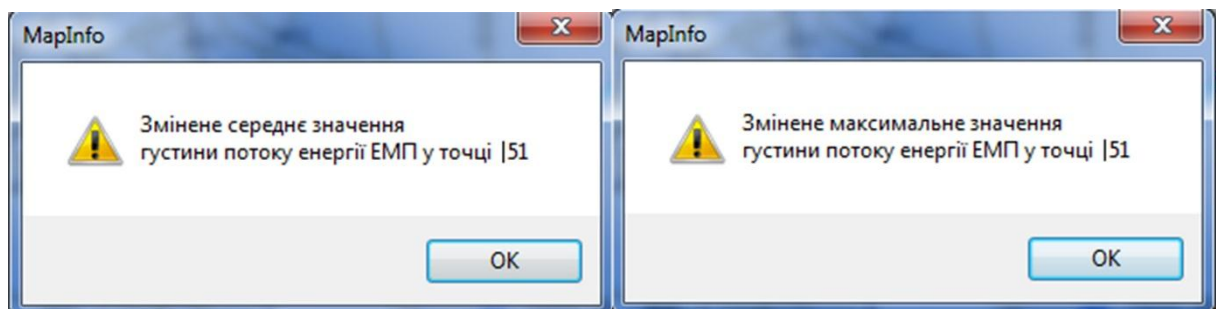


Рисунок 5.12 – Інформаційне повідомлення програми про оновлення даних про густину потоку енергії ЕМП

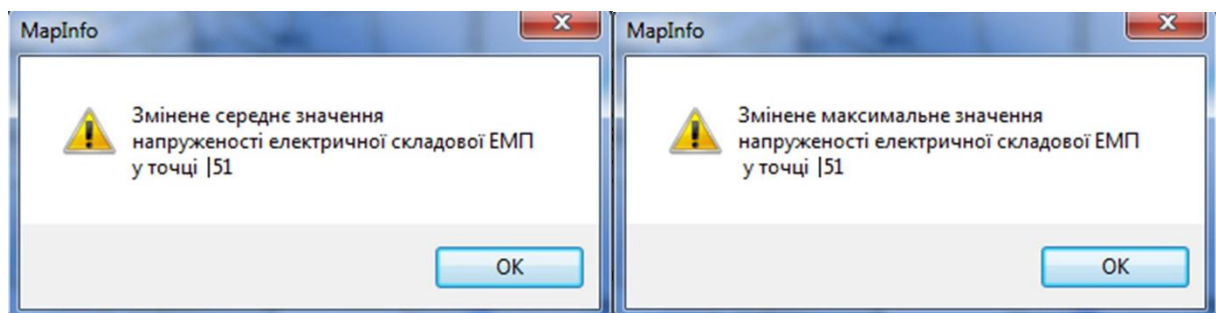


Рисунок 5.13 – Інформаційне повідомлення програми про оновлення даних про напруженість електричної складової ЕМП

Після внесення змін користувач може або відмінити внесені зміни (п. 2.3, рис. 5.3) або зберегти їх (п. 2.4, рис. 5.3).

При виборі третього елемента меню «Побудова карт» програма дає можливість побудувати карти відповідно за значеннями поверхневої ГПЕ та напруженості електричної складової електромагнітного поля. Попри те, що ми володіємо дискретним числом значень відповідних змінних, ГІС проводить інтерполяцію значень на всю територію досліджень. Безперечно побудована тематична карта дозволяє набагато краще зрозуміти виміряні дані, ніж їх відображення у табличному вигляді. Таким чином елемент меню під номером «Побудова карт» дозволяє побудувати чотири типи тематичних карт (рис. 5.14-5.17), що є растровими поверхнями з комірками залитими різними кольорами відповідно до значень змінної, а саме:

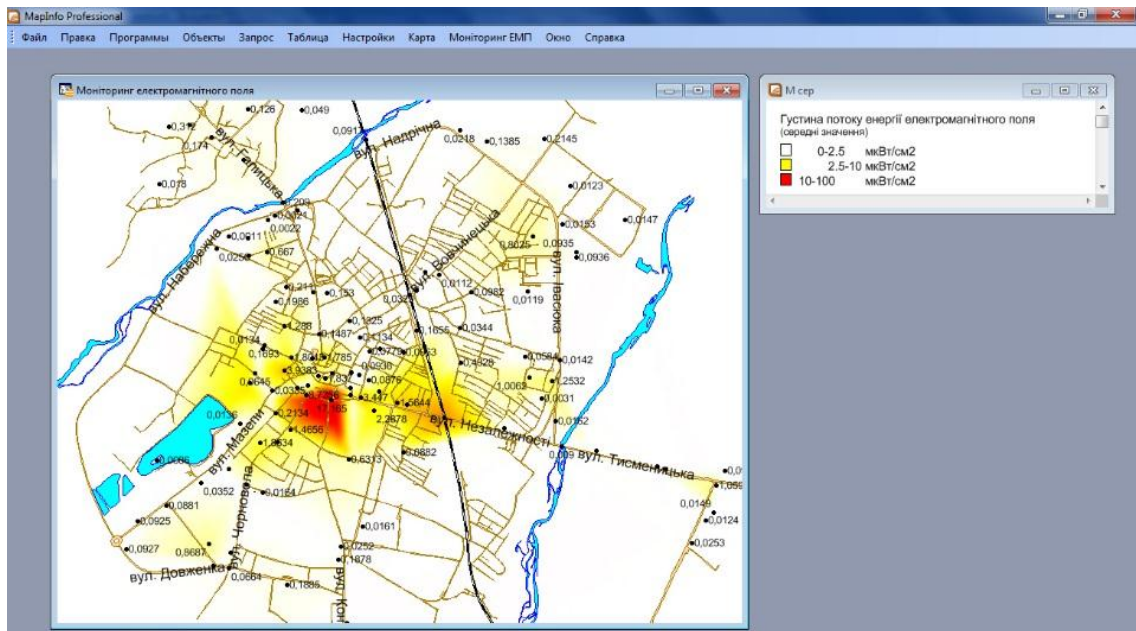


Рисунок 5.14 – Карта середніх значень густини потоку енергії ЕМП

- 1) Середні значення густини потоку енергії ЕМП (п. 3.1.1, рис. 5.3);
- 2) Максимальні значення густини потоку енергії ЕМП (п. 3.1.2, рис. 5.3);
- 3) Середні значення напруженості електричної складової ЕМП (п. 3.2.1, рис. 5.3); максимальні значення напруженості електричної складової ЕМП (п. 3.2.2, рис. 5.3).

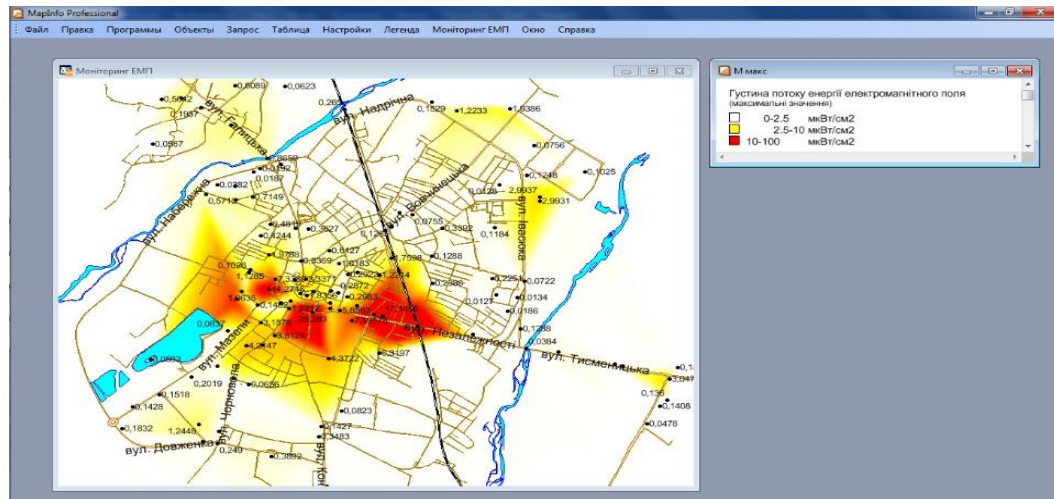


Рисунок 5.15 – Карта максимальних значень густини потоку енергії ЕМП

Окрім растрової поверхні також виводиться її легенда, що містить назву змінної, перелік значень та кольорову гаму, що була використана для відображення відповідного інтервалу даних. Після побудови необхідних карт обираємо пункт 3.3. рисунка 5.3, що дозволяє зберегти побудовані тематичні карти та умовні позначення (легенди).

Четвертий елемент меню «Вихід» дозволяє нам завершити обробку моніторингових даних, тобто закрити всі вікна програми та повернутись до стандартного меню ГІС MapInfo.

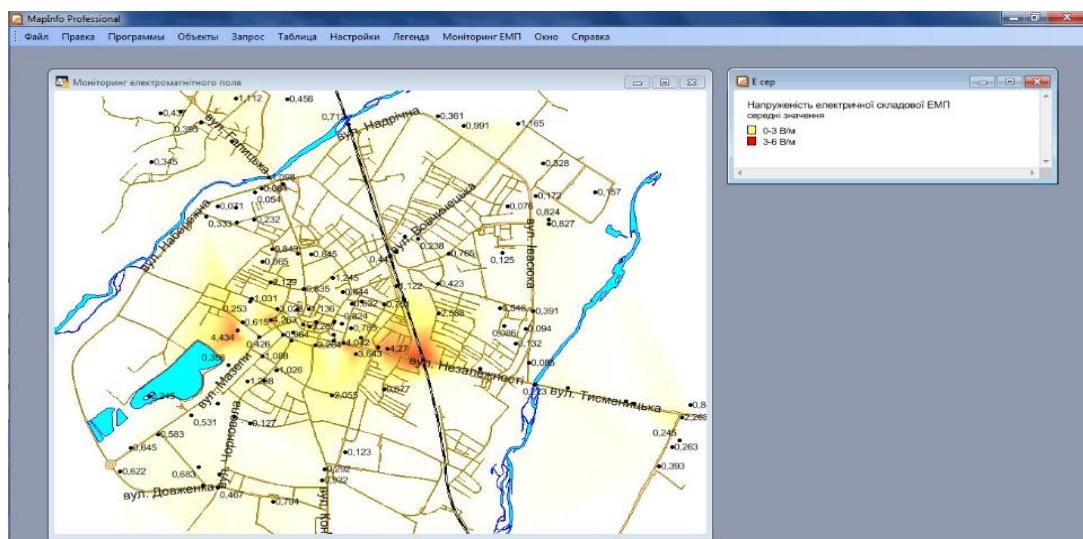


Рисунок 4.16 – Карта середніх значень напруженості електричної складової ЕМП

Експериментатор може вносити дані як апаратних вимірювань, так і розрахункових даних, використовувати табличні дані, діаграми, екологічні карти для візуалізації даних. Причому екологічні карти можна будувати для середніх та максимальних значень ЕМП (рис. 4.14-4.17).

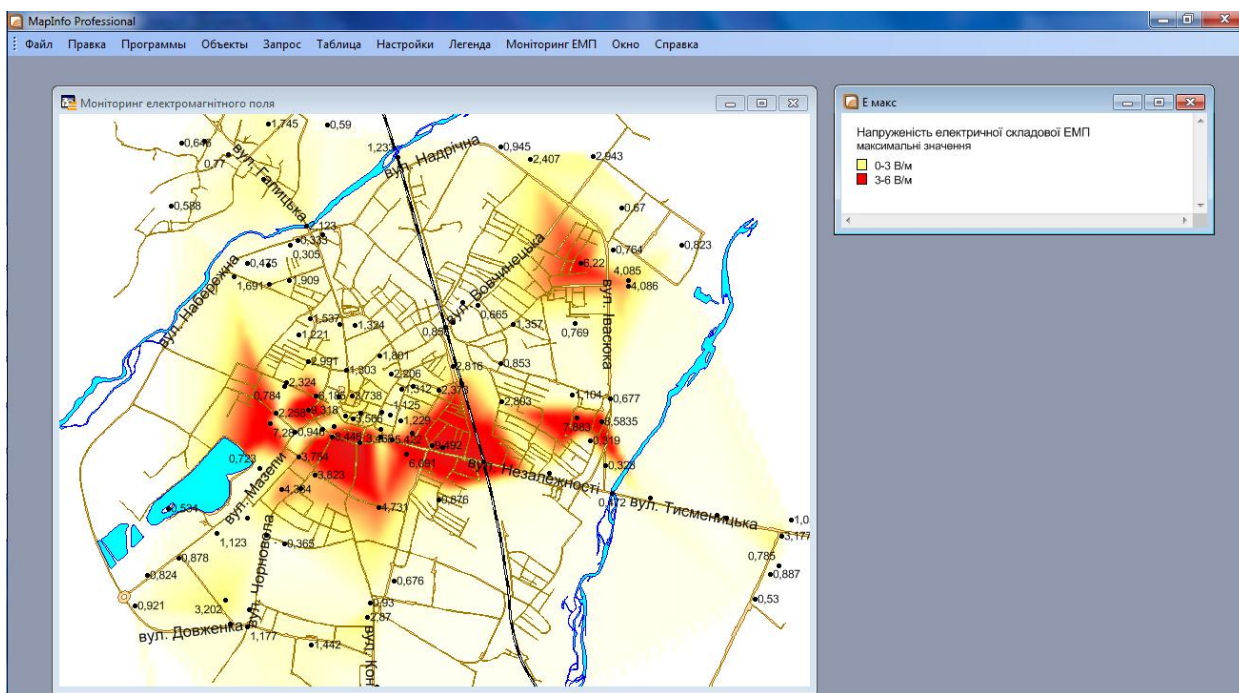


Рисунок 4.17 – Карта максимальних значень напруженості електричної складової ЕМП

У легенду екологічних карт закладено параметри ЕМП, відповідно до чинних в Україні нормативних документів [77, 87-88]. Для середніх ($\mu_{\text{сер}}$) та максимальних ($\mu_{\text{макс}}$) значень поверхневої ГПЕ: 0-2,5 мкВт/см² – білий колір на екологічній карті; 2,5-10 мкВт/см² – жовтий колір на екологічній карті; 10-100 мкВт/см² – червоний колір на екологічній карті. Для середніх ($E_{\text{сер}}$) та максимальних ($E_{\text{макс}}$) значень напруженості електричної складової ЕМП: 0-3 В/м – жовтий колір на екологічній карті; 3-6 В/м – червоний колір на екологічній карті.

Отже, експериментатор, який використовує можливості цієї програми, отримає середні та максимальні значення параметрів ЕМП будь-якої точки тест-полігону за той проміжок часу, протягом якого проводилося дослідження, інформацію про ділянки урбоєкосистеми м. Івано-Франківська,

де параметри ЕМП перевищують ГДР. Оскільки ГІС MapInfo, будуючи екологічну карту, екстраполює дані відповідно до легенди і візуалізує у вигляді кольорових позначень на екологічній карті, експериментатор може побачити території урбоекосистеми, де напруженість параметрів ЕМП реально чи ймовірно перевищує ГДР.

Система моніторингу ЕМП є невід'ємною складовою вивчення впливу фізичних екологічних факторів антропогенного походження на урбоекосистеми.

5.3. Рекомендації щодо зменшення впливу електромагнітних полів техногенного походження на урбоекосистему м. Івано-Франківська

Питання про незалежність і достовірність наукових досліджень має вирішальне значення для досягнення прозорості та зваженої оцінки можливих негативних впливів ЕМП на навколишнє середовище і здоров'я людини. Спираючись на отримані результати досліджень та висновки, зроблені в попередніх розділах, для зменшення впливу ЕМП на урбоекосистему міста Івано-Франківська необхідно:

1. З метою попередження цереброваскулярних захворювань встановити ГДР напруженості магнітної складової ЕМП для жінок на рівні 0,45 мА/м, для чоловіків на рівні – 0,5 мА/м (розділ 4.1., рис. 4.4).

2. Для зменшення напруженості електричної складової ЕМП та поверхневої ГПЕ встановлювати базові станції мобільного зв'язку та інші РТО на ближче ніж 500 м одне від одного і не ближче ніж за 600 м від телевежі (розділ 3).

3. Для зменшення напруженості електричної складової ЕМП та поверхневої ГПЕ встановити графік збільшення (зменшення) потужності всіх 95 базових станцій мобільного зв'язку. Регулювати по годинно потужність базових станцій мобільного зв'язку на рівні, необхідному для встановлення оптимального мобільного покриття (розділи 3 і 4).

4. Рекомендувати будівельним компаніям та владі міста розміщувати та будувати медичні заклади та навчальні установи не ближче ніж 600 м від телевежі та не ближче ніж 500 м від інших РТО (розділи 3 і 4).

5. Здійснити заходи для зменшення впливу ЕМП мобільних телефонів, зокрема на дітей і молодих людей, обмежити використання мобільних телефонів в навчальних закладах та на робочих місцях.

6. Для приватного використання мобільних телефонів, радіотелефонів, Wi-Fi, WLAN і WIMAX, комп'ютерів і інших бездротових пристроїв, встановити профілактичні пороги рівнів тривалого впливу ЕМП у всіх приміщеннях, що не перевищує 0,6 В/м, і в середньостроковій перспективі зменшити його до 0,2 В/м.

7. Запровадити апаратне вимірювання напруженості електричного поля (Е), напруженості магнітного поля (Н) та поверхнева ГПЕ (μ) на робочих місцях на підприємствах, в організаціях та установах. Для апаратного вимірювання параметрів ЕМП використовувати тестери ЕМП.

8. Підвищити рівень поінформованості населення про потенційні ризики для здоров'я бездротових телефонів, побутових приладів, які безперервно створюють електромагнітні хвилі, рекомендувати використовувати дротові стаціонарні телефони.

9. Вживати заходів щодо розміщення високовольтних ліній електропередачі та інших електроустановок на безпечній відстані від жител.

10. Розробити систему оцінки ризику від ЕМВ на основі моніторингу параметрів ЕМП, створення екологічних карт та використання медико-екологічних методів, орієнтовану на профілактику шкідливих впливів на урбоекосистему.

11. Збільшити фінансування незалежних досліджень впливу ЕМП на здоров'я населення, зокрема за рахунок субсидій з промисловості, від інтернет-провайдерів, операторів мобільного зв'язку, магазинів мобільних телефонів, комп'ютерної та побутової техніки.

12. Законодавчо передбачити адміністративну відповідальність за порушення норм і правил щодо використання ЕМП.

Реалізація стратегії управління соціальною складовою екологічної безпеки щодо зменшення впливу ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону дасть можливість знизити антропогенний вплив на урбоекосистему та зменшити ризик негативного впливу ЕМВ на соціальну складову екологічної безпеки.

Висновки до п'ятого розділу

1. Доведена можливість прогнозування впливу ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону на урбоекосистему (на прикладі урбоекосистеми м. Івано-Франківська).

2. Створена програма для моніторингу ЕМП на базі ГІС MapInfo та створення екологічних карт для візуалізації електромагнітної обстановки урбоекосистеми.

3. Розроблено стратегію управління соціальною складовою екологічної безпеки щодо зменшення впливу ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону та зменшення ризику негативного впливу ЕМВ.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті виконання дисертаційної роботи вирішено важливе екологічне науково-прикладне завдання, що полягало у розробці стратегії управління соціальною складовою екологічної безпеки щодо зменшення впливу електромагнітних полів техногенного походження радіочастотного діапазону на урбоекосистему міської агломерації (на прикладі м. Івано-Франківська).

Наукові і практичні результати дисертаційної роботи такі:

1. Проведено аналіз сучасних досягнень щодо вирішення проблеми впливу електромагнітних полів техногенного походження на соціальну складову екологічної безпеки урбанізованої території і встановлено, що забруднення навколишнього природного середовища електромагнітними полями техногенного походження радіочастотного діапазону, що суб'єктивно не відчуються людиною, спричиняє низку екологічних проблем, пов'язаних в першу чергу з електромагнітною ситуацією в урбоекосистемах.

2. Визначено перевищення гранично допустимого рівня напруженості електричної та магнітної складових, а також густини потоку енергії електромагнітного поля в розрізі їх максимальних та середніх значень у 122 точках тест-полігону урбанізованої території м. Івано-Франківська. Створено екологічні карти впливу параметрів електромагнітного поля на урбоекосистему міста.

3. Проведено аналіз даних середніх значень вимірювань артеріального тиску та частоти серцевих скорочень у чоловіків та жінок віком 20-22 роки, що постійно перебувають під впливом електромагнітних полів техногенного походження у 122 точках тест-полігону урбанізованої території м. Івано-Франківська і встановлено тісноту зв'язку між параметрами електромагнітного поля радіочастотного діапазону та даними вимірювань артеріального тиску та частоти серцевих скорочень у чоловіків та жінок в зонах обслуговування чотирьох міських поліклінік. Визначено, що зв'язок

між параметрами електромагнітного поля та систолічним тиском у чоловіків та жінок фактично відсутній. Залежність між середніми та максимальними значеннями густини потоку енергії, середніми значеннями напруженості електромагнітного поля та досліджуваними параметрами артеріального тиску у чоловіків та жінок обернено пропорційна і сильніша ніж відповідні обернено пропорційні залежності максимальних значень електричної складової та середніх і максимальних значень магнітної складової електромагнітного поля.

4. Побудовано медико-екологічні карти впливу середніх та максимальних значень густини потоку енергії, середніх значень напруженості електромагнітного поля на захворювання серцево-судинної системи чоловіків і жінок, що проживають на урбанізованій території м. Івано-Франківська. Найменший вплив електромагнітних полів і, відповідно, найнижча захворюваність на гіпертонічну хворобу (всі форми), ішемічну хворобу серця та цереброваскулярні хвороби спостерігаються в зоні обслуговування міської поліклініки № 4, найбільший вплив електромагнітних полів і найвища захворюваність на гіпертонічну хворобу (всі форми) та цереброваскулярні хвороби спостерігаються в зоні обслуговування міської поліклініки № 1, найбільший вплив електромагнітних полів і найнижча захворюваність на ішемічну хворобу серця спостерігаються в зоні обслуговування міської поліклініки № 1.

5. Методом математичного моделювання встановлено, що найбільше на виникнення серцево-судинних захворювань чоловіків та жінок впливає магнітна складова електромагнітного поля. Причому, при однаковому її впливі до захворювань серцево-судинної системи більше схильні жінки. Найбільший ризик розвитку серцево-судинних хвороб і у чоловіків і у жінок – на території поліклініки № 3, дещо менший – на території поліклініки № 2, ще менший – на території поліклініки № 4 і найменший – на території поліклініки № 1.

6. Розроблено стратегію зменшення впливу електромагнітних полів техногенного походження на соціальну складову екологічної безпеки урбанізованої території м. Івано-Франківська, що полягає в переважно у встановленні гранично допустимих рівнів напруженості магнітної складової електромагнітного поля для жінок на рівні 0,45 мА/м, для чоловіків на рівні – 0,5 мА/м, у визначенні відстані для встановлення базових станцій мобільного зв'язку та інші радіотехнічних об'єктів 500 м один від одного і 600 м від телевежі, плановій регуляції потужності радіотехнічних об'єктів та запровадженні заходів щодо зменшення напруженості електромагнітного поля у побуті.

7. Створено комп'ютерну програму на мові MapBasic для моніторингу електромагнітних полів та інтерфейс користувача програми на основі геоінформаційної системи MapInfo.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Агафонов Л. К. Техногенные электромагнитные излучения и их влияние на экосферу Земли / Л. К. Агафонов // Электросвязь. – 1997. – № 9. – С. 30–32.
2. Адаменко О. М., Крижаніський Є. І, Нейко Є. М. та ін. Екологія міста Івано-Франківська / О. М. Адаменко, Є. І. Крижаніський, Є. М. Нейко та ін. – Івано-Франківськ : Сіверсія МВ, 2004. – 200 с.
3. Адаменко О. М. Екологічна геофізика / О. М. Адаменко, Г. Й. Квятковський. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2000. – 254 с.
4. Адаменко О. М. Екологічне картування / О. М. Адаменко, Г. І. Рудько, Л. М. Консевич. – Івано-Франківськ : Полум'я, 2003. – 580 с.
5. Азаров С. І. Про використання терміна «екологічна безпека» в Україні / С. І. Азаров, Ю. В. Литвинов, В. Л. Сидоренко // Екологічні науки. Науково-практичний журнал. – 2013. – № 2. – С. 12–17.
6. Безверхая А. П. Гигиеническая оценка влияния электромагнитного излучения на организм человека и животных / А. П. Безверхая. // Гігієна населених місць : зб. наук. праць. – 2009. – № 53. – С. 228–231.
7. Белкин А. Д. Влияние техногенных электромагнитных полей на окружающую среду : учебное пособие / А. Д. Белкин, В. Е. Леонов. – Новосибирск : НГАВТ, 2000. – 95 с.
8. Бершадська Т. Мій Івано-Франківськ / Т. Бершадська, Я. Атаманюк, С. Чехольська. – Івано-Франківськ : Лілея-НВ, 2005. – 212 с.
9. Буравльов Є. П. Основи сучасної екологічної безпеки / Є. П. Буравльов. – К. : ВАТ «Інститут транспорту нафти», 2009. – 238 с.
10. Бурлака Н. И. Электромагнитное поле, его виды, характеристики, классификация и влияние на здоровье населения / Н. И. Бурлака, С. С. Гоженко. // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2010. – № 4. – С. 24–32.

11. Вадзюк Н. С. Особливості психофізіологічного стану осіб чоловічої та жіночої статі за різних типів погоди / Н. С. Вадзюк, О. В. Денефіль // Гігієна населених місць. – 2004. – № 44. – С. 448–453.
12. Вимірювальні прилади і системи для моніторингу електромагнітного техногенного забруднення навколишнього середовища / [В. О. Нічога, П. Б. Дуб, Е. М. Грудзінський та ін.] // Системы контроля окружающей среды : сборник научных трудов / [В. О. Нічога, П. Б. Дуб, Е. М. Грудзінський та ін.]. – Севастополь : Морской гидрофизический институт НАН Украины, 2004. – С. 15–25.
13. Воловик П. М. Фізика для університетів / П. М. Воловик. – Київ : Перун, 2005. – 864 с.
14. Ганонг Вільям Ф. Фізіологія людини / Вільям Ф. Ганонг. – Львів : БаК, 2002. – 767 с.
15. Гетьман А. П., Шульга В. М. Екологічне право України. Підручник / А. П. Гетьман, В. М. Шульга. – Харків : Право, 2009. – 328 с.
16. Гланц С. Медико-биологическая статистика / Стентон Гланц. – Москва : ПРАКТИКА, 1999. – 459 с.
17. Глебов В. В. Экологическая безопасность в области искусственных электромагнитных излучений и здоровье человека / В. В. Глебов, О. М. Родионова // Биополевые взаимодействия и медицинские технологии : материалы трудов международной научной конференции, Москва, 16–18 апреля 2008 г. – С. 98–102.
18. Гоженко А. Електромагнітне випромінювання на транспорті і його вплив на здоров'я людини / А. Гоженко, В. Астаф'єв, В. Білокриницький // Вісник НАН України. – 2007. – № 12. – С. 25–39.
19. Гончарук Є. І. Комунальна гігієна / Є. І. Гончарук. – К. : Здоров'я, 2003. – 726 с.
20. Григорьев О. А. Проблема экологических нормативов в условиях электромагнитного загрязнения окружающей среды / О. А. Григорьев, А. В. Меркулов // Материалы 3-й междунар. конф. «Электромагнитные поля

и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования» 17–24 сент. 2002 г., Москва–С.Петербург. – 2002. – С. 25–27.

21. Денефіль О. В. Показники кардіогемодинаміки у студенток з різною масою тіла за медико-метеорологічної ситуації I, II і III типів / О. В. Денефіль. // Архів клінічної медицини. – 2008. – Т. 14, № 2. – С. 30–32.

22. Довгуша В. В. Влияние естественных и техногенных электромагнитных полей на безопасность жизнедеятельности / В. В. Довгуша, М. Н. Тихонов, Л. В. Довгуша // Экология человека. – 2009. – № 12. – С. 3–9.

23. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності : Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України I-IV рівнів акредитації / Є. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний. – Львів : Новий світ-2000, 2001. – 320 с.

24. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников. – Видання 2-е, стереотипне. – Львів : Афіша, 2000. – 348 с.

25. Зеркалов Д. В. Екологічна безпека : управління, моніторинг, контроль / Д. В. Зеркалов. – К. : КНТ, Дакор, Основа, 2007. – 412 с.

26. Инфранианная ритмика биофизических параметров биологически активных точек здоровых людей и ее изменения под действием электромагнитного излучения крайне высоких частот / [Н. А. Темурьянц, О. Б. Московчук, В. С. Мартынюк и др.]. // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2008. – С. 62–69.

27. Капітанюк О. В. Аналіз впливу електромагнітного випромінювання від станцій мобільного зв'язку на навколишнє середовище / О. В. Капітанюк // Збірник “Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва”. – Науково-виробничий збірник : Кременчуцький державний університет імені Михайла Остроградського. – 2009. – С. 94–102.

28. Качинський А. Б. Екологічна безпека України : системний аналіз перспектив покращення / А. Б. Качинський. – К. : НІСД, 2001. – 312 с.
29. Кольчугин Ю. И. Проблемы и перспективы обеспечения охраны труда по электромагнитному фактору. / Ю. И. Кольчугин // Вестник СОНИИР. – 2004. – № 2 (6). – С. 4–8.
30. Коржов А. В. Определение опасных зон в распределительных устройствах 10 (6) кВ по условиям воздействия магнитной составляющей электромагнитного поля на персонал, обслуживающий подстанции 100/10 (6) кВ / А. В. Коржов, О. М. Малышева // Вестник ЮУрГУ. – Серия «Энергетика». – Выпуск № 15. – 2011. – С. 25–31.
31. Коросов А. В. Техника ведения ГИС : приложение в экологии. Учебное пособие / А. В. Коросов, А. А. Коросов. – Петрозаводск : ПётрГУ, 2005. – 186 с.
32. Кузьменко Є. Д. Вимірювання електричних, магнітних та електромагнітних полів в місті Івано-Франківську / Є. Д. Кузьменко, О. В. Подолян // Геоєкологія України. – К. : Манускрипт – 1993. – С. 61–67.
33. Кучерявий В. П. Урбоекологія / В. П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2001. – 440 с.
34. Лабій Ю. М. Поняття про формування біогеоценозів у залежності від процесів у надрах планети як важлива частка знань при викладанні екології / Ю. М. Лабій, І. І. Мердух, Т. Ю. Крупчук. // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. Науково-технічний журнал. – 2012. – № 2 (6). – С. 115–119.
35. Левитт Б. Защита от электромагнитных полей. О влиянии на организм человека бытовых электроприборов, мобильных телефонов : полный справочник / Блейк Левитт. – Москва : АСТ : Астрель, 2007. – 447 с.
36. Майборода Р. Є. Статистичний аналіз даних за допомогою пакета STATISTICA : Навчальний посібник / Р. Є. Майборода, О. В. Сугакова. – К. :

Видавнича лабораторія радіофізичного факультету Київського університету імені Тараса Шевченка, 2012. – 65 с.

37. Мамчин Т. І. Статистичний аналіз даних з пакетом STATISTICA / Т. І. Мамчин, А. Я. Оленко, М. М. Осипчук, В. Г. Шпортюк. – Дрогобич : Видавнича фірма «Відродження», 2006. – 208 с.

38. Мартынюк В. С. Общественное восприятие рисков, связанных с неблагоприятным действием электромагнитных полей техногенного происхождения / В. С. Мартынюк // Таврический медико-биологический вестник. – 2001. – Т. 4, № 4. – С. 140–141.

39. Мельник Л. Г. Социально-экономический потенциал устойчивого развития. Учебник / Л. Г. Мельник, Л. Хенс. – Сумы : ИТД «Университетская книга», 2007. – 1120 с.

40. Мельник Т. Природно-техногенна небезпека : сутність, поняття та особливості трактування / Т. Мельник, Н. Мельник // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2014. – Випуск 45. – С. 99–105.

41. Мердух І. І. Вплив електромагнітних полів техногенного походження на урбосоціоекосистему м. Івано-Франківська / І. І. Мердух // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Екологічні засади збалансованого регіонального розвитку» 10-11 травня 2016 року, м. Івано-Франківськ. – 2016. – С. 210–213.

42. Мердух І. І. Моніторинг впливу електромагнітних полів техногенного походження на соціальну складову екологічної безпеки урбанізованої території м. Івано-Франківська / І. І. Мердух, Я. М. Семчук. // Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктів «Проблеми та перспективи розвитку охорони праці» у рамках Всесвітнього дня охорони праці, 12 травня 2016 року, м. Львів. – 2016. – С. 74–76.

43. Механізми біологічної активності низькоінтенсивного радіочастотного випромінювання / [В. Ф. Чехун, І. Л. Якименко,

О. С. Цибулін та ін.]. // Вісник Національної академії наук України. – 2016. – С. 73–86.

44. Міщенко Л. В. Геоєкологічне районування : наукова монографія за редакцією О. М. Адаменка / Л. В. Міщенко. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2011. – 408 с.

45. Міщенко Л. В. Геоєкологічний аудит техногенного впливу на довкілля та здоров'я населення (на прикладі Покуття) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук / Міщенко Л. В. – Чернівці, 2003. – 21 с.

46. Міщенко Л. В. Екологічний аудит сучасної екологічної ситуації території міста Івано-Франківська / Л. В. Міщенко // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – 2012. – № 38. – С. 126–131.

47. Міщенко Л. В. Природно-техногенна безпека територій Західного регіону України : наукова монографія за редакцією О. М. Адаменка / Л. В. Міщенко. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2014. – 451 с.

48. Назарук М. М. Конструктивно-географічні основи розвитку і функціонування соціально-екологічних систем великого міста : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. геогр. наук : спец. 11.00.11 «конструктивна географія та раціональне використання природних ресурсів» / Назарук М. М. – Львів, 2010. – 32 с.

49. Нейко Є. М. Медико-геоєкологічний аналіз стану довкілля як інструмент оцінки та контролю здоров'я населення / Є. М. Нейко, Г. І. Рудько, Н. І. Смоляр. – Івано-Франківськ, Львів : ЕКОР, 2001. – 163 с.

50. Нейко Є. М. Результати моніторингу здоров'я населення м. Івано-Франківська у зв'язку з екологічними чинниками / Є. М. Нейко, З. Н. Митнець, Н. І. Ковальцов // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2000. – № 37 (т. 10). – 128 с.

51. Нецветов М. В. Взаємодія біологічних систем зі змінними магнітними полями, електричними струмами та механічними коливаннями як екологічними чинниками : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол.

наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Нецветов М. В. – Дніпропетровськ, 2002. – 16 с.

52. Никитина В. Н. О взаимосвязи раннего старения организма с воздействием электромагнитных излучений / В. Н. Никитина // Клиническая геронтология. – 1997. – № 3. – С. 14-18.

53. Нікітіна Н. Г. Вплив електромагнітних випромінювань на здоров'я населення (науковий огляд) / Н. Г. Нікітіна, В. А. Баркевич // Гігієна населених місць. – 2007. – № 50. – С. 209–214.

54. Нікітіна Н. Г. Електромагнітні поля як фактор впливу на здоров'я населення / Н. Г. Нікітіна, Ю. Д. Думанський // Гігієна населених місць : Збірник наукових праць. – 2001. – Вип. 38. – Т. 2. – С. 52–53.

55. Опря А. Т. Статистика / А. Т. Опря. – К. : Центр учбової літератури, 2012. – 448 с.

56. Патент 76173 Україна, МПК А61В 5/02; А61В 10/00. Спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему людини / Мердух І. І., Лабій Ю. М., Крупчук Т. Ю. – № u 2012 07125; заявл. 12.06.2012 ; опубл. 25.12.2012, Бюл. № 24.

57. Патент 78271 Україна, МПК C12P 39/00, G01N 33/00. Спосіб виявлення гепатогенних властивостей екосистем / Мердух І. І., Лабій Ю. М., Крупчук Т. Ю. – № u 2012 11314; заявл. 01.10.2012 ; опубл. 11.03.2013, Бюл. № 5.

58. Пряхин Е. А. Влияние неионизирующих электромагнитных излучений на животных и человека : монография / Е. А. Пряхин, А. В. Аклеев. – Челябинск : Полиграф-Мастер, 2006. – 220 с.

59. Ризики тривалої дії мікрохвильового випромінювання засобів стільникового зв'язку на організм людини / В. Ф.Чехун, І. Л. Якименко, О. С. Цибулін, Є. П. Сидорик // Доповідь НАН України. – 2011. – С. 158–163.

60. Рудько Г. І. Вступ до медичної геології : у 2-х т. Т.1 / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко, Н. І. Смоляр. – К. : Академпрес, 2010. – 736 с.

61. Рябець К. А. Екологічне право України. Навчальний посібник / К. А. Рябець. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 438 с.
62. Рябов Ю. Г. Сохранение здоровья и работоспособности персонала современных производственных рабочих мест и населения путем обеспечения комфортных электромагнитных условий в среде обитания человека / Ю. Г. Рябов, Ю. В. Андреев. // Технологии ЭМС. – 2002. – № 1. – С. 3–12.
63. Савчук Л. Я. Управління соціальною складовою екологічною безпеки у Калуському техногенно-навантаженому регіоні: дис. канд. техн. наук : 21.06.01 – екологічна безпека / Савчук Л. Я. – Івано-Франківськ, 2013. – 187 с.
64. Сітько С. П. Електромагнітні поля і випромінювання мм-діапазону та екологічні аспекти їх використання / С. П. Сітько, Ю. О. Скрипник, О. П. Яненко // Гигиена населения городов. Сборник научных трудов. – 2000. – № 37. – С. 255–258.
65. Сподобаев Ю. М. Основы электромагнитной экологии / Ю. М. Сподобаев, В. П. Кубанов. – М. : Радио и связь, 2000. – 240 с.
66. Сподобаев Ю. М. Проблемы электромагнитной экологии / Ю. М. Сподобаев. // Электросвязь. – 1992. – № 3. – С. 8–9
67. Сытник К. М. Словарь-справочник по экологии / К. М. Сытник, А. В. Брайон, А. В. Городецкий, А. П. Брайон. – К. : Наукова думка, 1994. – 665 с.
68. Тарасова В. В. Екологічна статистика (з блочно-модульною формою контролю знань) / В. В. Тарасова. – К. : Центр учбової літератури, 2008. – 391 с.
69. Фоменко Н. В. Екологічний аудит урбоєкосистеми міста Івано-Франківська / Н. В. Фоменко // Науковий вісник Івано-Франківського Національного технічного університету нафти і газу. – 2004. – № 17. – С. 95–98.

70. Фоменко Н. В. Екологічний менеджмент як основа гармонізації відносин суспільства і природи в контексті процесів урбанізації / Н. В. Фоменко. // Науковий вісник Чернівецького університету. Серія : Географія. – 2005. – № 246. – С. 79–83.

71. Фоменко Н. В. Сучасна екологічна ситуація в м. Івано-Франківську та система забезпечення екологічної безпеки міської території : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.11 «конструктивна географія та раціональне використання природних ресурсів» / Фоменко Н. В. – Чернівці, 2006. – 20 с.

72. Франчук Г. М. Урбоекологія і техноекоекологія / Г. М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова. – К. : Видавництво Національного авіаційного університету «НАУ-друк», 2011. – 496 с.

73. Чайка В. Є. Урбоекологія / В.Є. Чайка. – Вінниця, 1999. – 368 с.

74. Шевчук В. Г. Фізіологія / В. Г. Шевчук, В. М. Мороз, С. М. Белан. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 448 с.

75. Головне управління статистики в Івано-Франківській області [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Івано-Франківськ, 2014-2016. – Режим доступу: <http://www.ifstat.gov.ua> (дата звернення 39.02.2016) – Назва з екрана.

76. Грачев Н. Н. Медико-биологические аспекты воздействия ЭМИ [Електронний ресурс] / Н. Н. Грачев – Режим доступу до ресурсу: http://grachev.distudy.ru/Uch_kurs/sredstva/Templ_1/templ_1_4.html

77. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання [Електронний ресурс]. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України № 239 від 1. 08. 1996 року «Про затвердження державних санітарних правил та норм», зареєстровано в Міністерстві юстиції України 29. 08. 1996 року за № 448/1513. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96>.

78. Закон України від 25. 06. 1991 року № 1264-ХІІ «Про охорону навколишнього природного середовища» [Електронний ресурс] // Відомості

Верховної Ради України, № 41, ст. 546. – 1991. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>

79. Закон України від 19. 06. 2003 року № 964-IV «Про основи національної безпеки України» [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України, № 39, ст. 351. – 2003. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/964-15>.

80. Закон України від 21. 12. 2010 року № 2818-VI «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України № 26, ст. 218. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>

81. Зеркалов Д. В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник [Електронний ресурс] / Д. В. Зеркалов // Основа. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.zerkalov.org/files/bgd-k2011.pdf>.

82. Зеркалов Д. В. Проблеми екології сталого розвитку: [Електронний ресурс]: Монографія / Д. В. Зеркалов. – К.: Основа, 2013. – 430 с. – Режим доступу до ресурсу: http://www.zerkalov.kiev.ua/sites/default/files/problemi_ekologiyi_stalogo_rizvitku_u_monografiya.pdf

83. Зеркалов Д. В. Соціальні проблеми сталого розвитку. Електронний ресурс : Монографія / Д. В. Зеркалов, О. Ю. Арламов. – К. : Основа, 2013. – 565 с. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

84. Івано-Франківськ. Офіційний сайт міста [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Івано-Франківськ, 2015-2016. – Режим доступу: <http://www.mvk.if.ua/aboutcity> (дата звернення 39.02.2016) – Назва з екрана.

85. Конституція України. Із змінами, внесеними Законами України від 8 грудня 2004 року N 2222-IV, від 1 лютого 2011 року N 2952-VI, від 19 вересня 2013 року N 586-VII, від 21 лютого 2014 року N 742-VII [Електронний ресурс]. // Відомості Верховної Ради України, № 30, ст. 141. –

1996 рік – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр>.

86. Концепція національної екологічної політики України на період до 2020 року [Електронний ресурс] // Схвалено Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17. 10. 2007 року № 880-р. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/880-2007-р>.

87. Методика розрахунку розподілу рівнів електромагнітного поля [Електронний ресурс]. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України № 1040 від 29. 11. 2013 року «Про затвердження методики розрахунку розподілу рівнів електромагнітного поля», зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17. 12. 2013 року за № 2130/24662. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z2130-13>.

88. Определение подходов к нормированию воздействия антропогенного электромагнитного поля на природные экосистемы [Електронний ресурс] / [О. А. Григорьев, Е. П. Бичелдей, А. В. Меркулов та ін.] // Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений. – 2003. – Режим доступу до ресурсу: http://www.tesla.ru/publications/index.php?subaction=showfull&id=1117384010&archive=&start_from=&ucat=6&.

89. Піщиков В. А., Ященко Ю. Б., Кондратюк Н. Ю., Шестак Н. В. Основні підходи до профілактики хвороб системи кровообігу [Електронний ресурс] / В. А. Піщиков, Ю. Б. Ященко, Н. Ю. Кондратюк, Н. В. Шестак // Український медичний часопис on-line. Актуальні питання медичної практики. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.umj.com.ua/article/82292/osnovni-pidxodi-do-profilaktiki-xvorob-sistemi-krovoobigu>.

90. Постанова Верховної Ради України від 5. 03. 1998 року №188/98-ВР «Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України N 38-39, ст. 248. –

1998. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/188/98-вр>.

91. Построение диалога о рисках от электромагнитных полей. Руководство ВООЗ [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступу до ресурсу: http://www.who.int/peh-emf/publications/risk_hand/ru.

92. Савчук Л. Я. Екологічні дослідження рівня захворюваності населення Калуського промислового регіону [Електронний ресурс] / Л. Я. Савчук // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvif_2012_1_24.

93. Селюк М. М. Вплив електромагнітних полів надвисокого діапазону на серцево-судинну систему [Електронний ресурс] / М. М. Селюк, В. С. Потаскалова // Журнал «Артериальная гипертензия» 5 (7). – 2009. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.mif-ua.com/archive/article/10683>.

94. Сердюк А. М. (заг. ред.) Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України. Збірка тез доповідей науково-практичної конференції (восьмі марзеєвські читання, 2012 рік). [Електронний ресурс] / (заг. ред.) А. М. Сердюк // Ін-т гігієни та мед. екології ім. О. М. Марзеєва. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.uk.x-pdf.ru/5meditsina/1226560-4-aktualni-pitannya-gigi-ni-ekologichnoi-bezpeki-ukraini-zbirka-tez-dopovidey-naukovo-praktichnoi-konferencii-vosmi-m.php>.

95. Сподобаев Ю. М. Электромагнитная паутина города [Электронный ресурс] / Ю. М. Сподобаев. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://nilem.ru/index.php?page=elektromagnitnaya-pautina-goroda>.

96. Сподобаев Ю. М. Основы электромагнитной экологии / Ю. М. Сподобаев, В. П. Кубанов. – Москва : Радио и связь, 2000. – 240 с.

97. Хромушина Л. А. Сутність та принципи еколого-економічної безпеки розвитку сільськогосподарських підприємств / Л. А. Хромушина // Економіка. Управління. Інновації. – 2011. – № 2. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/eui_2011_2_53.pdf

98. Центр електромагнітної безпеки (ЦЭМБ) [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Москва, 2008. – Режим доступу: <http://www.tesla.ru> (дата звернення 29.02.2016) – Назва з екрана.

99. Ahlbom A. Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health / A. Ahlbom, J. Bridges, W. De Jong. – Brussels : SCENIHR, 2007. – 64 p.

100. Black D. R. Radiofrequency (RF) effects on blood cells, cardiac, endocrine, and immunological functions / D. R. Black, L. N. Heynick // *Bioelectromagnetics*. – 2003. – № 24. – P. 187–195.

101. Bortkiewicz A. Heart rate variability in workers exposed to medium-frequency electromagnetic fields / A. Bortkiewicz, E. Gadzicka, M. Zmyslony // *Journal of the Autonomic Nervous System*. – 1996. – P. 91–97.

102. Gandhi O. P. Electromagnetic fields : human safety issues / O. P. Gandhi // *Annual review of biomedical engineering*. – 2002. – № 4 (1). – P. 211–234.

103. Hardell L. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards / L. Hardell, C. Sage // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. – 2008. – № 62 (2). – P. 104–109.

104. Hecht K. Auswirkungen von Elektromagnetischen Feldern. Eine Recherche russischer Studienergebnisse 1960-1996 / Karl Hecht // *Umwelt·medizin·gesellschaft*. – 2001. – № 14. – P. 222–231.

105. Jauchem J. Exposure to extremely-low-frequency electromagnetic fields and radiofrequency radiation: cardiovascular effects in humans / James R. Jauchem // *International archives of occupational and environmental health*. – 1997. – № 70 (1). – P. 9–21.

106. Johansen C. Electromagnetic fields and health effects-epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease / C. Johansen. // *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. – 2004. – P. 1–80.

107. Merdukh I. The Electromagnetic-Field Effect of Industrial Origin on the Cardio-Vascular System of Urban Land Inhabitants (Illustrated with an

Example of Ivano-Frankivsk City, Ukraine) / Ivan Merdukh. // Geomatics and Environmental Engineering. – 2015. – № 9/3. – P. 45–68.

108. Semchuk Y. The influence of electromagnetic fields of anthropogenic origin on the incidence of cardio-vascular system among residents of urban territory of the city of Ivano-Frankivsk / Y. Semchuk, I. Merdukh. // Екологічна безпека. – 2016. – № 1 (21). – С. 69–75.

109. Sienkiewicz Z. Biological effects of electromagnetic fields and radiation / Zenon Sienkiewicz. // Journal of Radiological Protection. – 1998. – Volume 18 Number 3. – P. 185–195.

110. Thauer D. Gesundheitliche Auswirkungen durch Strahlenexposition niederfrequenter und hochfrequenter elektromagnetischer Felder und wie kann man sich davor schützen? / D. Thauer, H. Thiele. – Rüsselsheim: Fachhochschule Wiesbaden University of Applied Sciences, 2003. – 20 p.

111. Council recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) [Електронний ресурс] // Official Journal of the European Communities. – 1999/519/EC. – Режим доступу до ресурсу: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:199:0059:0070:EN:PDF>.

112. Council recommendation of 27 January 2015 on the Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF) [Електронний ресурс] // Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks SCENIHR. – Health effects of EMF – 2015 01 20. – Режим доступу до ресурсу: http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_041.pdf.

113. Deutsches Mobilfunk Forschungsprogramm (DMF) [Електронний ресурс]. – 2002. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.emf-forschungsprogramm.de>

114. ICNIRP [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – International commission on non-ionizing radiation protection, Germany 2010. – Режим доступу: <http://www.icnirp.org> (дата звернення 39.02.2016) – Назва з екрана.

115. International Appeal Scientists call for Protection from Non-ionizing Electromagnetic Field Exposure [Электронный ресурс] // EMFscientist.org. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.emfscientist.org/index.php/emf-scientist-appeal>

116. Matthes R. ICNIRP Guidelines. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection [Электронный ресурс] / R. Matthes, J. H. Barnhardt, A. F. McKinlay (eds.) // HEALTH PHYSICS. The radiation safety journal. – 1998. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>.

117. Non-Ionising Radiation - Health Environment. National Research Programme NRP 57 [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа до ресурсу: http://www.nfp57.ch/e_index.cfm

118. Non-ionizing radiation, part 2: radiofrequency electromagnetic fields [Электронный ресурс] // IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 102. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/mono102.pdf>.

119. Occupations with Exposure to Electromagnetic Fields: A Possible Risk Factor for Alzheimer's Disease [Электронный ресурс] / [E. Sobel, Z. Davanipour, R. Sulkava etc.] // American Journal of Epidemiology. – 1995. – Режим доступа до ресурсу: <http://aje.oxfordjournals.org/content/142/5/515.short>.

120. Repacholi M.N. Low-Level exposure to radiofrequency electromagnetic fields : health effects and research needs / M.N. Repacholi // Bioelectromagnetics. – 1998. – Vol.19. – №1. – P. 1-9.

121. Roosli M. Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: A systematic review [Электронный ресурс] / Martin Roosli // Environmental Research a Multidisciplinary Journal of Environmental Sciences, Ecology, and Public Health. – 2008. – Режим доступа до ресурсу: http://www.seminare-eps.net/RSMAT/RS08_WAHN/WS01b_EnvRes_roosli.pdf.

122. Tenmars [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – TM-195_3-Axis RF Field Strength Meter, 2016. – Режим доступу: <http://www.tenmars.com/web1s-en-us/TM-195.html> (дата звернення 39.02.2016)
– Назва з екрана.

ДОДАТКИ

Значення напруженості електричного (Е), магнітного поля (Н) полів та густини потоку енергії електромагнітного поля (μ) у точках тест-полігону

№ з/п	Точки вимірів			Максимальні значення				Середні значення		
	Адреса, місце розташування	Короткий опис		Е _{макс.} (В/м)	Н _{макс.} (мА/м)	μ _{макс.} (мкВт/см ²)	Е _{сер.} (В/м)	Н _{сер.} (мА/м)	μ _{сер.} (мкВт/см ²)	
1	2	3		4	5	6	7	8	9	
1	Пл. Міцкевича, 3	Івано-Франківський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти		3,566	9,435	1,836	3,267	7,826	1,837	
2	Пл. Міцкевича	Пам'ятник Адаму Міцкевичу		2,462	6,533	1,355	2,056	5,328	0,474	
3	Сквер позаду головного корпусу Івано-Франківського національного медичного університету	Пам'ятник Руській трійці		2,171	5,762	1,041	2,078	3,869	0,923	
4	Вул. Галицька, 4А	Красназвнич музей		3,738	9,917	3,337	1,136	8,053	1,785	
5	Майдан Шептицького	Статуя Пресвятої Діви Марії		1,181	3,152	0,242	0,589	1,483	0,058	
6	Вул. Тичини, 21	"П'яний" ринок		2,991	7,922	1,979	2,129	6,077	1,288	
7	Північний бульвар, 4	Магазин "Турист"		1,537	4,058	0,482	0,843	2,994	0,211	
8	Вул. Пулюя, 15	Житловий будинок		1,909	5,048	0,715	0,232	1,743	0,667	
9	Парк воїнів інтернаціоналістів	Пам'ятник воїнам афганцям		1,324	3,493	0,363	0,845	2,132	0,153	
10	Вул. Галицька, 201	Інститут природничих наук Державного вищого навчального закладу "Прикарпатський національний університет імені В. Стефаника"		0,330	0,860	0,023	0,092	0,353	0,013	
11	Вул. Заводська	Зуліпка "Радіозавод"		1,259	3,318	0,265	0,925	2,477	0,216	
12	Вул. Горбачевського, 14	Автостанція № 2		0,848	5,977	1,067	0,821	3,122	0,226	
13	Калузьке шосе, 1	Українська гімназія № 1		0,646	3,257	0,564	0,437	1,878	0,312	

Продовження додатка А

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	Вул. Федьковича, 91	Обласна клінічна лікарня	0,588	1,539	0,057	0,345	0,886	0,018
15	Вул. Нечуя-Левицького, 6	Вул. Нечуя-Левицького, 6, Церква Святого Великомученика Дмитрія	0,770	2,052	0,196	0,395	1,036	0,174
16	Вул. Хіміків, 1	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 24	0,590	1,573	0,062	0,456	1,317	0,049
17	Вул. Тролейбусна, 7	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 18	1,745	4,736	0,609	1,112	2,224	0,126
18	Вул. Галицька, 145	Ресторан "Овен"	2,247	5,958	1,065	1,059	2,177	0,242
19	Ріка Бистриця Солотвинська	Міст через ріку Бистриця Солотвинська по вул. Галицькій	2,123	5,314	0,866	1,098	2,989	0,210
20	Ріка Бистриця Надвірнянська	Міст через ріку Бистриця Надвірнянська по вул. Тисменицькій	0,472	1,261	0,038	0,223	0,623	0,009
21	Вул. Медична, 17	Обласний клінічний онкологічний диспансер	0,887	2,338	0,154	0,236	0,687	0,020
22	Вул. Медична, 15	Обласна психоневрологічна лікарня № 3	0,247	0,638	0,015	0,084	0,345	0,004
23	Вул. Євгена Коновальця, 433	Мотель "Формула-1"	3,083	8,187	2,244	0,477	1,158	0,040
24	Вул. Євгена коновальця, 264 А	Міжнародний аеропорт "Івано- Франківськ"	0,773	2,034	0,102	0,587	1,656	0,024
25	Вул. Блавацького, 3	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 6	0,335	0,886	0,019	0,140	0,343	0,004
26	Вул. Євгена Коновальця, 229	ВАТ "Івано-Франківський арматурний завод"	0,356	1,287	0,052	0,113	0,194	0,015
27	Вул. Євгена Коновальця, 132	Обласна дитяча клінічна лікарня	0,930	2,471	0,143	0,292	0,832	0,025
28	Вул. Сахарова, 36 А	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 21	4,731	12,551	4,372	2,055	4,517	0,631
29	Вул. Юності, 4	Автастанція № 4	3,177	9,386	3,047	2,263	6,024	1,059
30	Вул. Юності, 23	Обласний центр ДАІ	0,530	1,434	0,048	0,393	0,845	0,025

Продовження додатка А

1	2	3	4	5	6	7	8	9
31	Вул. Юності, 13	Івано-Франківський обласний ліцей-інтернат для обдарованих дітей із сільської місцевості	0,887	2,348	0,141	0,263	0,642	0,012
32	Вул. Тополина, 6	Івано-Франківський фізико-технічний ліцей-інтернат	1,052	2,783	0,186	0,843	2,015	0,092
33	Вул. Тисменицька, 289	Житловий будинок	0,323	0,850	0,017	0,052	0,144	0,006
34	Вул. Тисменицька, 287	Магазин "АвтоКіс", зупинка	0,192	2,121	0,134	0,032	0,731	0,014
35	Вул. Тисменицька	АЗК "Окко", садовий центр	1,095	2,906	0,240	0,741	2,093	0,103
36	Ріка Бистриця Надвірнянська	Міст через Бистрицю Надвірнянську по вул. Євгена Коновальця	1,065	2,815	0,187	0,676	1,687	0,063
37	Вул. Незалежності, 207	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 15	0,885	2,124	0,107	0,536	1,357	0,046
38	Залізнична колія	Міст через залізничну колію по вул. Тисменицькій	10,523	27,910	17,836	5,288	14,616	5,742
39	Вул. Незалежності, 97	Кінотеатр "Космос", зупинка	10,234	27,145	17,146	4,270	15,731	3,618
40	Вул. Незалежності, 93 А	Магазин "Пелікан"	9,492	25,230	14,482	2,595	7,376	1,564
41	Вул. Незалежності, 40	Готель "Надія"	6,091	16,161	7,556	3,643	8,682	2,288
42	Вул. Незалежності, 53	Національна спілка художників України	5,422	14,397	5,856	4,042	11,860	3,447
43	Вул. Вагилевича, 5	Ресторан "Пегас", піцерія "Lavazza"	3,468	9,189	2,731	0,861	2,342	0,123
44	Вул. Угорницька, 10 А	Ресторан "Легенда"	0,328	0,847	0,129	0,085	0,226	0,016
45	Вул. Угорницька, 16	Житловий будинок	0,319	0,838	0,019	0,132	0,511	0,003
46	Вул. Івасюка, 76	Церква християн адвентистів сьомого дня	8,584	22,763	0,013	0,094	2,335	1,253
47	Вул. Гната Хоткевича	Перехрестя вул. Гната Хоткевича та вул. Івасюка	0,677	1,769	0,072	0,391	0,734	0,014
48	Вул. Івасюка, 50 А	Зал царства свідків Єгови	1,104	2,914	0,225	0,548	1,467	0,058
49	Вул. Івасюка, 17	Гіпермаркет "Епіцентр"	4,086	10,825	2,993	0,827	2,276	0,094

Продовження додатка А

1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	Вул. Стуса	Продовольчий ринок	0,764	2,026	0,125	0,172	1,483	0,015
51	Вул. Вовчинецька, 225	Інститут менеджменту та економіки "Галицька академія"	2,943	7,795	1,939	1,165	2,976	0,215
52	Вул. Вовчинецька, 223	Івано-Франківський коледж електронних приладів	2,407	6,368	1,223	0,991	2,466	0,139
53	Максимовича, 15	Ринок "Анатоль"	0,945	2,516	0,153	0,361	0,832	0,022
54	Ріка Бистриця Солотвинська	Залізничний міст через Бистрицю Солотвинську	1,233	3,264	0,265	0,712	1,953	0,092
55	Вул. Галицька, 66	Магазин будівельних матеріалів "Керамбуд"	0,593	1,554	0,059	0,192	0,453	0,006
56	Вул. Набережна, 2	Житловий будинок	0,333	0,874	0,019	0,064	0,173	0,002
57	Вул. Набережна, 24	Житловий будинок	0,475	1,234	0,038	0,071	0,193	0,001
58	Вул. Карпатська, 15	Головний корпус Івано-Франківського національного університету нафти і газу	1,691	4,473	0,571	0,333	0,874	0,026
59	Вул. Берегова, 30	Новоапостольська церква	2,173	5,765	0,958	0,344	0,925	0,027
60	Вул. Петлюри, 10	Вул. Петлюри, 10, ВАТ "Івано-Франківський м'ясокомбінат"	1,442	3,813	0,389	0,794	2,595	0,189
61	Вул. Чорновола, 130	Автомобільне кільце	1,177	3,176	0,249	0,467	1,467	0,066
62	Вул. Довженка, 2	Храм Різдва Христового	1,022	2,732	0,196	0,855	2,226	0,129
63	Вул. Довженка, 26	Житловий будинок	0,921	2,623	0,183	0,622	1,521	0,093
64	Парк імені Т. Г. Шевченка	Паркове озеро	1,123	2,932	0,202	0,531	1,392	0,035
65	Вул. Гетьмана Мазепи, 90	Навчально виховний комплекс "Загальноосвітня школа-ліцей № 23 Прикарпатського національного університету імені В. Стефаника"	0,723	1,865	0,084	0,356	0,774	0,014
66	Вул. Січових стрільців, 29	Бюро перекладів	12,651	33,572	25,283	3,264	9,375	17,165
67	Вул. Чорновола, 2	Готель "Станіславів"	8,446	22,393	1,221	3,123	8,647	8,736

Продовження додатка А

1	2	3	4	5	6	7	8	9
68	Вул. Шевченка, 57	Головний корпус Державного вищого навчального закладу "Прикарпатський національний університет імені В. Стефаника"	4,384	11,623	4,215	1,298	8,258	1,863
69	Вул. Чорновола, 103	Житловий будинок	0,830	2,221	0,013	0,364	0,984	0,007
70	Вул. Шевченка, 98	Житловий будинок	1,210	3,212	0,252	0,456	0,916	0,026
71	Вул. Шевченка, 32	Перехрестя вул. Шевченка та вул. Гординського	3,754	9,935	3,158	1,088	2,669	0,213
72	Вул. Шевченка, 2	Перехрестя вул. Шевченка та вул. Січових Стрільців	1,058	2,797	0,197	0,964	2,544	0,163
73	Вул. П. Орлика, 7	Перехрестя вул. П. Орлика та вул. Володимира Великого	9,318	24,723	14,275	4,263	10,185	3,938
74	Вул. Бельведерська, 14	Кафе "Галка"	6,185	16,416	7,339	3,028	7,919	1,804
75	Вул. Бельведерська, 40	Житловий будинок	2,324	6,165	1,129	1,031	2,872	0,169
76	Вул. Бельведерська, 39	Перехрестя вул. Бельведерська та вул. Короля Данила	0,784	2,068	0,103	0,253	0,675	0,013
77	Вул. Короля Данила, 18	Перехрестя вул. Короля Данила та вул. Володимира Великого	2,258	5,977	1,064	0,615	1,644	0,065
78	Вул. Короля Данила, 4	Перехрестя вул. Короля Данила та вул. Гетьмана Мазепа	0,946	2,485	0,149	0,426	1,167	0,034
79	Вічевий майдан	Фонтан	4,625	12,274	4,485	1,434	3,775	0,410
80	Вул. Валова, 10	Житловий будинок	2,206	5,844	1,018	0,844	2,345	0,113
81	Вул. Франка, 33	Івано-Франківський природничо-математичних ліцей	1,312	3,483	0,292	0,632	1,763	0,078
82	Вул. Павлика, 5	Житловий будинок	1,963	5,212	0,776	0,513	1,385	0,044
83	Вул. Гаркуші, 37	Перехрестя вул. Гаркуші та вул. Б. Лепкого	2,373	6,294	1,221	0,751	2,123	0,096
84	Залізнична колія	Пішходний міст через залізничну колію, залізничний вокзал	4,676	12,387	5,333	2,717	7,778	1,245

Продовження додатка А

1	2	3	4	5	6	7	8	9
85	Вул. Г. Хоткевича, 15	Перехрестя вул. Г. Хоткевича та вул. Ремісника	0,853	2,244	0,129	0,423	1,134	0,034
86	Вул. Миру, 33	Перехрестя вул. Миру та вул. Селянська	1,357	3,596	0,339	0,765	2,156	0,098
87	Вул. Вовчинецька, 92	Костел Римо-Каголицької церкви	0,665	1,746	0,076	0,238	0,668	0,011
88	Вул. Вовчинецька, 54	Церква св. Йосифа Обручника	0,856	2,257	0,127	0,443	1,154	0,033
89	Вул. Вовчинецька	Під залізничним мостом	0,974	2,585	0,223	0,187	0,987	0,096
90	Вул. Привокзальна, 1	Івано-Франківський залізничний вокзал	2,816	7,467	1,760	1,122	2,613	0,166
91	Вул. Незалежності, 43	Піцерія "Lavazza"	2,483	7,124	2,307	0,642	2,084	0,107
92	Вул. Миколайчука, 2	Супермаркет "Арсен"	4,085	10,826	2,994	0,824	2,275	0,094
93	Вул. Гетьмана Мазепи, 165	Івано-Франківський базовий медичний коледж	0,878	2,377	0,152	0,583	1,414	0,088
94	Вул. Гетьмана Мазепи, 162	Автаостанція № 3	0,824	2,225	0,143	0,645	1,486	0,093
95	Вул. 24 Серпня, 13	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 25	0,823	1,884	0,103	0,157	1,326	0,015
96	Івано-Франківське міське озеро	Острів закоханих	0,534	0,925	0,056	0,245	0,676	0,009
97	Вул. Г. Хоткевича, 56	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 19	7,883	20,024	0,013	0,086	2,037	1,006
98	Вул. Набережна, 6	Житловий будинок	0,305	0,815	0,019	0,054	0,155	0,002
99	Вул. Набережна, 16 А	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 17	0,425	1,186	0,036	0,075	0,187	0,002
100	Вул. Чорновола, 47	Івано-Франківський обласний пологовий будинок	3,823	10,623	3,812	1,026	7,567	1,466
101	Вул. Чорновола, 63 А	Церква Різдва Пресвятої Діви Марії	3,636	8,450	3,619	0,984	6,830	1,266
102	Вул. Деловська, 97	Готель "Станіславський двір"	2,803	4,244	0,239	2,538	2,127	0,433
103	Вул. Шухевичів, 35	Івано-Франківська гімназія № 2	0,876	1,547	0,320	0,877	1,168	0,088
104	Вул. Гоголя, 10	Івано-Франківська гімназія № 3	6,220	12,620	0,013	0,076	1,887	0,803

Продовження додатка А

1	2	3	4	5	6	7	8	9
105	Вул. Довга, 37	Спеціалізована загальноосвітня школа І-ІІІ ст. №1 з поглибленим вивченням англійської мови	1,221	3,872	0,424	0,865	2,477	0,199
106	Вул. Дорошенка, 29	Загальноосвітня школа ІІ-ІІІ ст. № 2	3,202	6,803	1,245	0,683	4,244	0,869
107	Вул. Франка, 14	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 3	1,229	3,128	0,298	0,785	1,866	0,088
108	Південний бульвар, 24	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 4	7,280	18,609	8,845	4,434	8,125	2,625
109	Вул. Франка, 19	Спеціалізована загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 5 з поглибленим вивченням німецької мови	1,125	3,246	0,287	0,824	1,956	0,094
110	Вул. Грушевського, 16	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 7	2,344	5,433	1,256	2,012	4,873	0,425
111	Вул. Вовчинецька, 196 Б	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 10	0,670	1,680	0,076	0,328	0,748	0,012
112	Вул. Б. Лепкого, 9	Івано-Франківська спеціалізована загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 11 з поглибленим вивченням англійської мови	5,542	12,042	5,543	3,227	7,128	1,890
113	Вул. Національної гвардії, 13	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 12	0,365	1,350	0,066	0,127	0,267	0,016
114	Вул. Галицька, 65	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 13	1,284	3,125	0,325	0,782	2,134	0,137
115	Вул. Вовчинецька, 103	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 16	0,569	1,683	0,067	0,188	0,567	0,014
116	Вул. Будівельників, 24	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 22	0,769	1,887	0,118	0,125	1,366	0,012
117	Вул. Чорновола, 130	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 28	1,049	2,850	0,210	0,781	2,113	0,117

Продовження додатка А

1	2	3	4	5	6	7	8	9
118	Вул. Дністровська, 28	Івано-Франківський інститут менеджменту Тернопільської академії народного господарства	1,801	4,922	0,613	1,245	2,487	0,133
119	Вул. С. Бандери, 79	Івано-Франківський фінансово-комерційний кооперативний коледж імені С. Граната	0,676	1,445	0,082	0,123	0,213	0,016
120	Вул. Юності, 11	Івано-Франківський державний аграрний коледж	0,785	2,146	0,136	0,245	0,586	0,015
121	Вул. Галицька, 45	Івано-Франківський коледж статистики Державної академії статистики, обліку і аудиту	1,303	3,184	0,337	0,835	2,309	0,149
122	Вул. Євгена Коновальця, 140	Івано-Франківський державний коледж технологій та бізнесу	2,870	3,241	0,348	0,932	2,643	0,188
Контрольна точка		Село Липівка Тисменицького району, центральна частина	0,236	0,632	0,03	0,211	0,589	0,03

Додаток Б

Середні значення систолічного артеріального тиску (S), діастолічного артеріального тиску (D), показника артеріального тиску (φ) та частоти серцевих скорочень (ЧСС) у точках тест-полігону:

№ з/п	Точки тест-полігону		Чоловіки, 20-22 роки				Жінки, 20-22 роки			
	Адреса, місце розташування	Короткий опис	S (мм.рт.ст.)	D (мм.рт.ст.)	φ	ЧСС (уд./хв.)	S (мм.рт.ст.)	D (мм.рт.ст.)	φ	ЧСС (уд./хв.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Пл. Міцкевича, 3	Івано-Франківський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти	128,10	83,80	0,65	89,30	126,56	75,34	0,60	67,15
2	Пл. Міцкевича	Пам'ятник Адаму Міцкевичу	120,80	81,40	0,67	80,00	119,11	75,55	0,63	60,26
3	Сквер позаду головного корпусу Івано-Франківського національного медичного університету	Пам'ятник Руській трійці	130,60	80,60	0,62	93,60	129,03	72,87	0,56	70,39
4	Вул. Галицька, 4А	Красназавчий музей	125,60	78,60	0,63	90,60	124,09	70,12	0,57	60,01
5	Майдан Шептицького	Статуя Пресвятої Діви Марії	123,50	83,30	0,67	80,50	122,02	71,04	0,58	69,54
6	Вул. Тичини, 21	"П'яний" ринок	127,60	84,00	0,66	91,40	126,07	86,13	0,68	67,34
7	Північний бульвар, 4	Магазин "Турист"	130,40	85,00	0,65	87,80	128,84	78,25	0,61	66,24
8	Вул. Пулюя, 15	Житловий будинок	130,30	80,40	0,62	80,00	128,74	77,12	0,60	61,16
9	Парк воїнів інтернаціоналістів	Пам'ятник воїнам афганцям	125,20	79,80	0,64	91,20	123,80	70,03	0,57	68,42

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	Вул. Галицька, 201	Інститут природничих наук Державного вищого навчального закладу "Прикарпатський національний університет імені В. Стефаника"	124,10	83,20	0,67	80,60	122,61	76,04	0,62	60,61
11	Вул. Заводська Вул.	Зупинка "Радіозавод"	123,00	81,40	0,66	90,60	119,52	74,00	0,62	68,13
12	Горбачевського, 14	Авгостанція № 2	124,80	84,40	0,68	92,40	123,20	77,48	0,63	69,48
13	Калузьке шосе, 1	Українська гімназія № 1	131,70	80,60	0,61	81,20	130,12	71,78	0,55	61,06
14	Вул. Федьковича, 91	Обласна клінічна лікарня	116,80	81,40	0,70	87,80	115,40	71,09	0,62	65,87
15	Вул. Нечуя- Левицького, 6	Вул. Нечуя-Левицького, 6, Церква Святого Великомученика Дмитрія	121,60	80,20	0,66	89,80	120,14	70,87	0,59	66,48
16	Вул. Хіміків, 1	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 24	118,20	82,40	0,70	87,00	115,78	77,01	0,67	65,34
17	Вул. Тролейбусна, 7	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 18	119,00	80,20	0,67	87,00	116,24	73,57	0,63	65,68
18	Вул. Галицька, 145	Ресторан "Овен"	115,40	84,60	0,73	86,80	114,02	75,12	0,66	65,27
19	Ріка Бистриця Солотвинська	Міст через ріку Бистриця Солотвинська по вул. Галицькій	116,40	77,60	0,67	87,60	115,00	70,05	0,61	65,88
20	Ріка Бистриця Надвірнянська	Міст через ріку Бистриця Надвірнянська по вул. Тисменицькій	122,60	77,80	0,63	97,60	121,13	70,12	0,58	73,42

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	Вул. Медична, 17	Обласний клінічний онкологічний диспансер	119,20	73,20	0,61	85,40	117,77	69,12	0,59	64,22
22	Вул. Медична, 15	Обласна психоневрологічна лікарня № 3	119,00	73,00	0,61	91,80	112,57	66,18	0,59	68,00
23	Вул. Євгена Коновальця, 433	Мотель "Формула-1"	114,80	73,60	0,64	91,60	113,42	61,98	0,55	67,05
24	Вул. Євгена коновальця, 264 А	Міжнародний аеропорт "Івано-Франківськ"	113,40	72,40	0,64	89,80	112,04	70,04	0,63	68,02
25	Вул. Блавацького, 3	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 6	115,80	70,40	0,61	88,60	114,41	62,88	0,55	66,87
26	Вул. Євгена Коновальця, 229	ВАГ "Івано-Франківський арматурний завод"	113,00	73,60	0,65	79,40	111,64	70,01	0,63	60,01
27	Вул. Євгена Коновальця, 132	Обласна дитяча клінічна лікарня	109,20	72,40	0,66	81,40	107,89	63,89	0,59	62,13
28	Вул. Сахарова, 36 А	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 21	119,40	75,60	0,63	84,40	117,97	67,94	0,58	64,39
29	Вул. Юності, 4	Автостанція № 4	119,00	76,00	0,64	99,20	119,47	69,90	0,59	74,60
30	Вул. Юності, 23	Обласний центр ДАІ	117,00	77,60	0,66	97,00	115,60	70,88	0,61	73,88
31	Вул. Юності, 13	Івано-Франківський обласний ліцей-інтернат для обдарованих дітей із сільської місцевості	134,10	82,70	0,62	92,60	132,49	85,77	0,65	69,64
32	Вул. Тополина, 6	Івано-Франківський фізико-технічний ліцей-інтернат	127,40	85,20	0,67	84,40	125,67	77,16	0,61	63,52
33	Вул. Тисменицька, 289	Житловий будинок	129,20	79,40	0,61	79,40	127,65	72,16	0,57	59,71
34	Вул. Тисменицька, 287	Магазин "АвтоКіс", заправка	130,40	82,20	0,63	66,80	128,64	79,36	0,62	50,23
35	Вул. Тисменицька	АЗК "Окко", садовий центр	128,40	81,40	0,63	76,80	126,86	73,12	0,58	57,75

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36	Ріка Бистриця Надвірнянська	Міст через Бистрицю Надвірнянську по вул. Євгена Коновальця	131,40	79,80	0,61	75,00	129,82	72,18	0,56	56,40
37	Вул. Незалежності, 207	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 15	126,40	77,60	0,61	69,20	124,88	65,13	0,52	53,34
38	Залізнична коля	Міст через залізничну копію по вул. Тисменицькій	125,80	77,00	0,61	69,00	124,29	58,92	0,47	51,89
39	Вул. Незалежності, 97	Кінотеатр "Космос", зупинка	123,00	84,00	0,68	91,90	121,36	75,12	0,62	68,05
40	Вул. Незалежності, 93 А	Магазин "Пелікан"	128,40	81,80	0,64	77,60	124,86	72,56	0,58	58,36
41	Вул. Незалежності, 40	Готель "Надія"	129,40	75,20	0,58	74,60	127,85	78,34	0,61	56,20
42	Вул. Незалежності, 53	Національна спілка художників України	126,40	75,40	0,60	76,40	124,88	69,36	0,56	57,34
43	Вул. Вагилевича, 5	Ресторан "Пегас", піцерія "Lavazza"	129,40	77,00	0,60	72,60	127,15	54,88	0,43	54,80
44	Вул. Угорницька, 10 А	Ресторан "Легенда"	116,40	74,40	0,64	106,40	115,00	64,15	0,56	82,21
45	Вул. Угорницька, 16	Житловий будинок	123,00	79,40	0,65	102,80	121,17	70,89	0,59	77,32
46	Вул. Івасюка, 76	Церква християн адвентистів сьогомого дня	125,40	77,60	0,62	98,00	121,90	70,01	0,57	73,70
47	Вул. Гната Хоткевича	Перехрестя вул. Гната Хоткевича та вул. Івасюка	119,80	80,00	0,67	90,60	118,36	73,12	0,62	67,22
48	Вул. Івасюка, 50 А	Зал царства свідків Єгови	123,60	81,00	0,66	97,00	122,12	68,18	0,56	72,87
49	Вул. Івасюка, 17	Гіпермаркет "Еліцентр"	124,60	82,20	0,66	98,00	123,10	71,12	0,58	72,82
50	Вул. Стуса	Продовольчий ринок	127,40	84,60	0,66	92,80	124,87	77,16	0,62	68,24
51	Вул. Вовчинецька, 225	Інститут менеджменту та економіки «Галицька академія»	127,20	84,20	0,66	94,40	125,67	76,00	0,60	70,34

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
52	Вул. Вовчинецька, 223	Івано-Франківський коледж електронних приладів	131,60	85,20	0,65	96,20	130,08	78,21	0,60	72,34
53	Максимовича, 15	Ринок "Анатоль"	124,40	81,00	0,65	94,60	122,91	72,06	0,59	71,28
54	Ріка Бистриця Солотвинська	Залізничний міст через Бистрицю Солотвинську	123,40	80,60	0,65	91,20	121,92	73,18	0,60	68,58
55	Вул. Галицька, 66	Магазин будівельних матеріалів "Керамбуд"	130,40	83,80	0,64	89,80	127,84	77,10	0,60	67,53
56	Вул. Набережна, 2	Житловий будинок	125,60	83,40	0,66	78,00	124,09	76,16	0,61	58,79
57	Вул. Набережна, 24	Житловий будинок	124,80	83,40	0,67	77,00	123,67	72,89	0,59	57,90
58	Вул. Карпатська, 15	Головний корпус Івано-Франківського національного університету нафти і газу	124,40	84,20	0,68	87,40	122,91	75,12	0,61	65,72
59	Вул. Берегова, 30	Новоапостольська церква	124,20	85,00	0,68	86,40	122,71	77,83	0,63	64,97
60	Вул. Петлюри, 10	Вул. Петлюри, 10, ВАТ "Івано-Франківський м'ясокомбінат"	120,00	79,20	0,66	90,80	115,56	71,12	0,62	68,28
61	Вул. Чорновола, 130	Автомобільне кільце	118,60	72,00	0,61	86,20	117,18	68,34	0,58	64,82
62	Вул. Довженка, 2	Храм Різдва Христового	116,20	72,20	0,62	83,40	114,81	62,40	0,54	62,80
63	Вул. Довженка, 26	Житловий будинок	122,40	77,00	0,63	87,60	120,93	59,08	0,49	66,18
64	Парк імені Т. Г. Шевченка	Паркове озеро	127,00	86,30	0,68	92,80	125,48	79,22	0,63	69,79
65	Вул. Гетьмана Мазепи, 90	Навчально виховний комплекс "Загальноосвітня школа-лицей № 23 Прикарпатського національного університету імені В. Стефаника"	124,40	76,20	0,61	85,20	122,13	70,03	0,57	64,08
66	Вул. Січових Стрільців, 29	Бюро перекладів	119,00	70,00	0,59	69,00	117,57	64,16	0,55	52,36
67	Вул. Чорновола, 2	Готель "Станіславів"	119,20	70,40	0,59	69,80	117,77	67,82	0,58	52,50

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
68	Вул. Шевченка, 57	Головний корпус Державного вищого навчального закладу "Прикарпатський національний університет імені В. Стефаника"	120,10	72,40	0,60	73,00	118,66	70,01	0,59	54,90
69	Вул. Чорновола, 103	Житловий будинок	125,40	84,20	0,67	92,20	124,87	78,10	0,63	68,33
70	Вул. Шевченка, 98	Житловий будинок	117,70	75,40	0,64	92,00	116,29	66,80	0,57	69,18
71	Вул. Шевченка, 32	Перехрестя вул. Шевченка та вул. Гординського	128,60	76,20	0,59	71,40	125,06	69,18	0,55	53,69
72	Вул. Шевченка, 2	Перехрестя вул. Шевченка та вул. Січових Стрільців	124,00	82,20	0,66	90,20	122,43	73,00	0,60	67,66
73	Вул. П. Орлика, 7	Перехрестя вул. П. Орлика та вул. Володимира Великого	118,40	70,20	0,59	67,20	116,98	62,76	0,54	50,53
74	Вул. Бельведерська, 14	Кафе "Галка"	120,80	70,20	0,58	71,80	118,35	61,99	0,52	53,90
75	Вул. Бельведерська, 40	Житловий будинок	125,00	77,00	0,62	70,20	121,50	64,18	0,53	52,79
76	Вул. Бельведерська, 39	Перехрестя вул. Бельведерська та вул. Короля Данила	126,00	78,20	0,62	90,20	124,49	70,18	0,56	66,89
77	Вул. Короля Данила, 18	Перехрестя вул. Короля Данила та вул. Володимира Великого	126,00	78,20	0,62	72,00	122,36	74,14	0,61	54,16
78	Вул. Короля Данила, 4	Перехрестя вул. Короля Данила та вул. Гетьмана Мазепи	124,00	77,00	0,62	91,20	122,18	70,00	0,57	67,12
79	Вічевий майдан	Фонган	119,10	72,20	0,61	71,00	118,67	64,98	0,55	53,40
80	Вул. Валова, 10	Житловий будинок	124,00	76,20	0,61	72,00	122,51	71,56	0,58	53,88

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
81	Вул. Франка, 33	Івано-Франківський природничо-математичних лицей	125,40	80,40	0,64	77,80	123,90	71,77	0,58	59,37
82	Вул. Павлика, 5	Житловий будинок	127,40	86,80	0,68	109,30	125,12	79,68	0,64	83,19
83	Вул. Гаркуші, 37	Перехрестя вул. Гаркуші та вул. Б. Лепкого	125,80	76,40	0,61	71,00	124,29	70,12	0,56	54,20
84	Залізнична колія	Пішохідний міст через залізничну колію, залізничний вокзал	118,40	70,20	0,59	73,00	116,98	60,88	0,52	55,01
85	Вул. Г. Хоткевича, 15	Перехрестя вул. Г. Хоткевича та вул. Ремісника	126,00	74,20	0,59	92,40	122,49	71,22	0,58	67,52
86	Вул. Миру, 33	Перехрестя вул. Миру та вул. Селянська	119,00	76,20	0,64	89,20	117,00	69,85	0,60	67,08
87	Вул. Вовчинецька, 92	Костел Римо-Католицької церкви	127,00	77,80	0,61	92,60	125,18	77,36	0,62	66,25
88	Вул. Вовчинецька, 54	Церква св. Йосифа Обручника	125,00	76,00	0,61	91,00	123,50	68,88	0,56	67,75
89	Вул. Вовчинецька	Під залізничним мостом	123,20	76,80	0,62	90,20	121,72	70,24	0,58	67,13
90	Вул. Привокзальна, 1	Івано-Франківський залізничний вокзал	128,10	82,00	0,64	90,20	126,34	77,88	0,62	67,23
91	Вул. Незалежності, 43	Піцерія "Lavazza"	128,20	78,20	0,61	74,00	126,66	71,52	0,56	54,00
92	Вул. Миколайчука, 2	Супермаркет "Арсен"	122,40	81,60	0,67	98,80	120,93	65,84	0,54	74,30
93	Вул. Гетьмана Мазепи, 165	Івано-Франківський базовий медичний коледж	120,60	75,00	0,62	86,60	119,15	65,98	0,55	65,12
94	Вул. Гетьмана Мазепи, 162	Автостанція № 3	121,00	76,00	0,63	88,20	117,38	66,83	0,57	65,37
95	Вул. 24 Серпня, 13	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 25	125,80	76,70	0,61	84,40	124,29	70,58	0,57	63,41

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
96	Івано-Франківське міське озеро	Острів закоханих	122,80	80,20	0,65	87,00	121,33	71,01	0,59	65,55
97	Вул. Г. Хоткевича, 56	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 19	124,20	78,00	0,63	98,00	122,71	70,88	0,58	74,80
98	Вул. Набережна, 6	Житловий будинок	124,00	82,00	0,66	76,00	122,16	74,36	0,61	56,49
99	Вул. Набережна, 16 А	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 17	122,80	82,40	0,67	78,00	119,33	76,03	0,64	58,43
100	Вул. Чорновола, 47	Івано-Франківський обласний пологовий будинок	120,00	72,00	0,60	72,00	118,26	67,20	0,57	54,14
101	Вул. Чорновола, 63 А	Церква Різдва Пресвятої Діви Марії	119,00	70,00	0,59	75,00	117,00	60,87	0,52	55,29
102	Вул. Деловська, 97	Готель «Станіславський двір»	124,00	72,00	0,58	90,40	121,57	63,00	0,52	68,05
103	Вул. Шухевичів, 35	Івано-Франківська гімназія № 2	124,60	78,00	0,63	87,00	123,10	71,03	0,58	66,81
104	Вул. Гоголя, 10	Івано-Франківська гімназія № 3	122,00	76,00	0,62	90,00	120,54	68,77	0,57	67,92
105	Вул. Довга, 37	Спеціалізована загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 1 з поглибленим вивченням англійської мови	128,20	82,40	0,64	86,80	126,66	78,12	0,62	66,34
106	Вул. Дорошенка, 29	Загальноосвітня школа ІІ-ІІІ ст. № 2	120,20	71,80	0,60	77,40	118,76	64,51	0,54	58,20
107	Вул. Франка, 14	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 3	122,60	80,20	0,65	88,00	121,13	72,55	0,60	66,18
108	Південний бульвар, 24	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 4	118,60	70,20	0,59	68,20	117,00	64,20	0,55	51,30

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
109	Вул. Франка, 19	Спеціалізована загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 5 з поглибленим вивченням німецької мови	121,40	78,20	0,64	86,00	119,54	69,08	0,58	64,67
110	Вул. Грушевського, 16	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 7	128,60	76,40	0,59	92,20	127,06	71,12	0,56	69,24
111	Вул. Вовчинецька, 196 Б	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 10	124,20	76,80	0,62	90,20	122,71	70,01	0,57	68,34
112	Вул. Б. Лепкого, 9	Івано-Франківська спеціалізована загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 11 з поглибленим вивченням англійської мови	124,60	74,20	0,60	75,20	122,17	67,13	0,55	56,67
113	Вул. Національної гвардії, 13	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 12	114,00	74,20	0,65	80,20	112,63	68,24	0,61	60,55
114	Вул. Галицька, 65	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 13	121,20	77,40	0,64	88,60	118,75	68,25	0,57	66,63
115	Вул. Вовчинецька, 103	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 16	126,20	77,60	0,61	90,40	124,69	69,15	0,55	67,98
116	Вул. Будівельників, 24	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 22	124,60	82,40	0,66	90,20	124,30	74,98	0,60	67,54
117	Вул. Чорновола, 130	Загальноосвітня школа І-ІІІ ст. № 28	118,00	72,40	0,61	82,40	116,58	72,08	0,62	61,96
118	Вул. Дністровська, 28	Івано-Франківський інститут менеджменту Тернопільської академії народного господарства	121,00	80,20	0,66	88,20	119,42	69,17	0,58	66,13

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
119	Вул. С. Бандери, 79	Івано-Франківський фінансово-комерційний кооперативний коледж імені С. Граната	115,20	78,40	0,68	80,20	113,82	72,06	0,63	60,32
120	Вул. Юності, 11	Івано-Франківський державний аграрний коледж	120,00	80,20	0,67	91,00	108,36	70,00	0,65	68,43
121	Вул. Галицька, 45	Івано-Франківський коледж статистики Державної академії статистики, обліку і аудиту	119,00	78,20	0,66	90,00	115,23	70,98	0,62	67,68
122	Вул. Євгена Коновальця, 140	Івано Франківський державний коледж технологій та бізнесу	119,60	80,00	0,67	78,20	119,16	73,32	0,62	58,83
Контрольна точка		Село Липівка Тисменицького району, центральна частина	122,17	83,50	0,68	76,83	123,67	78,50	0,63	65,33

Додаток В
Гістограми розподілу ймовірностей значень
для показників експериментальних даних

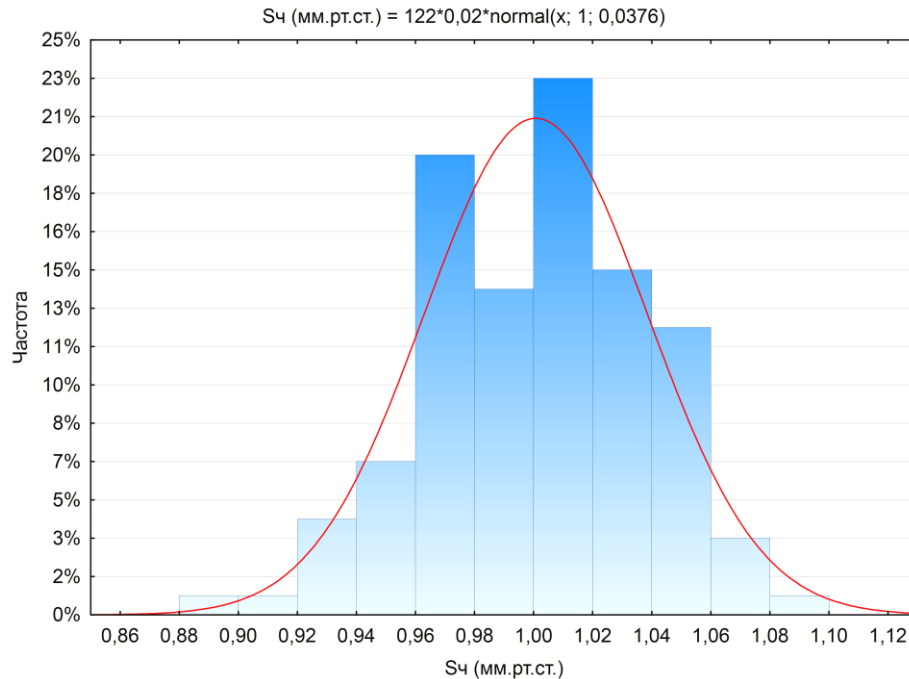


Рисунок 1 – Гістограма розподілу ймовірностей значень систолічного артеріального тиску у чоловіків (Sч) віком 20-22 роки у 122 точках тест-полігону

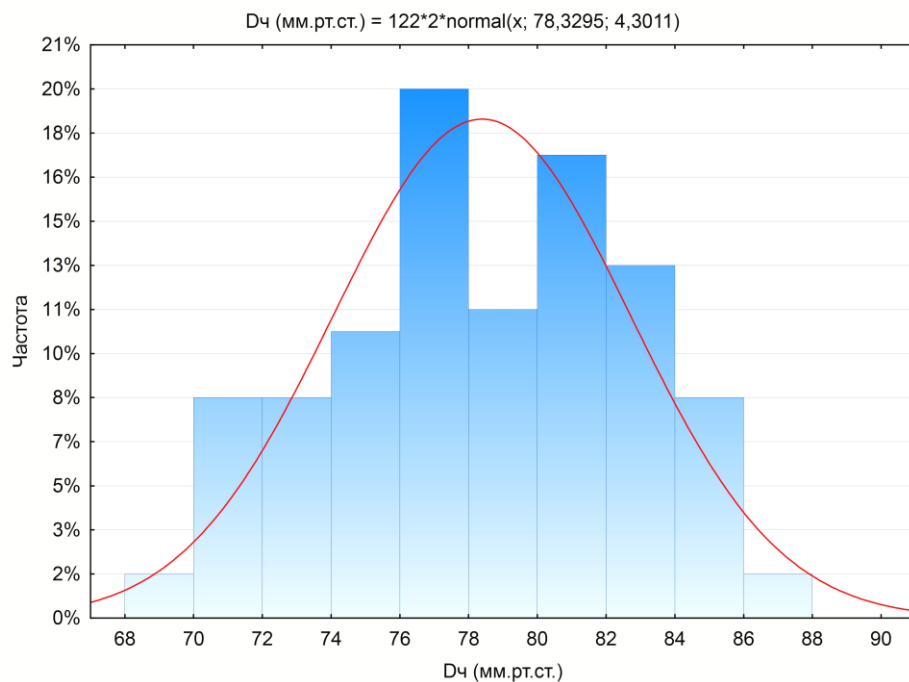


Рисунок 2 – Гістограма розподілу ймовірностей значень діастолічного артеріального тиску у чоловіків (Dч) віком 20-22 роки у 122 точках тест-полігону

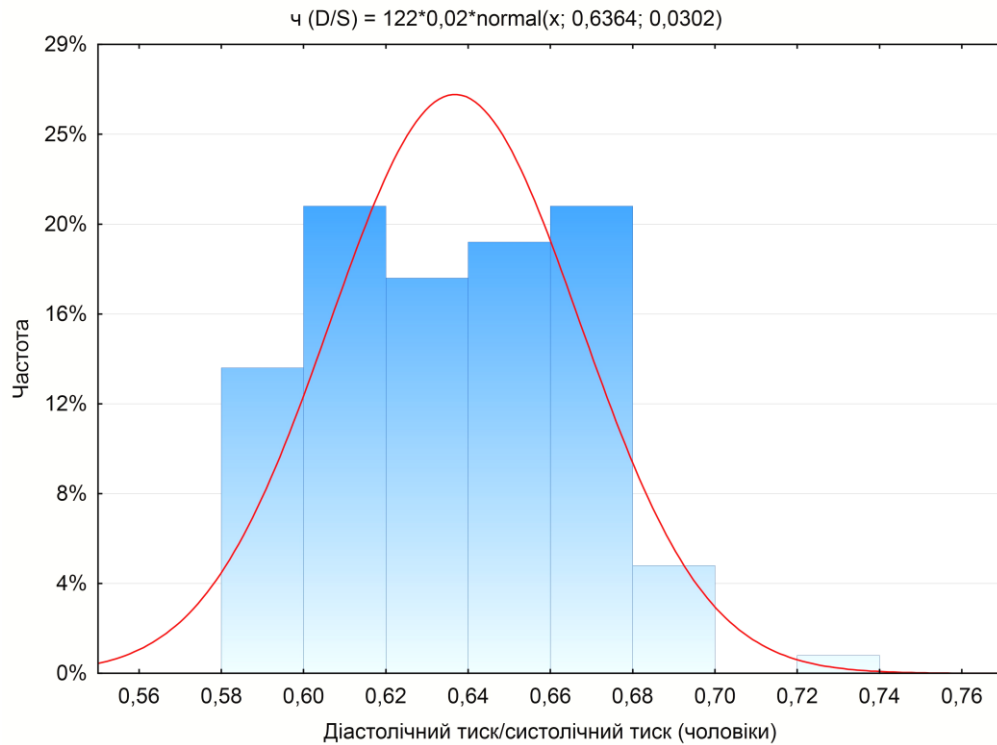


Рисунок 3 – Гістограма розподілу ймовірностей значень показника артеріального тиску у чоловіків (фч) віком 20-22 роки у 122 точках тест-полігону

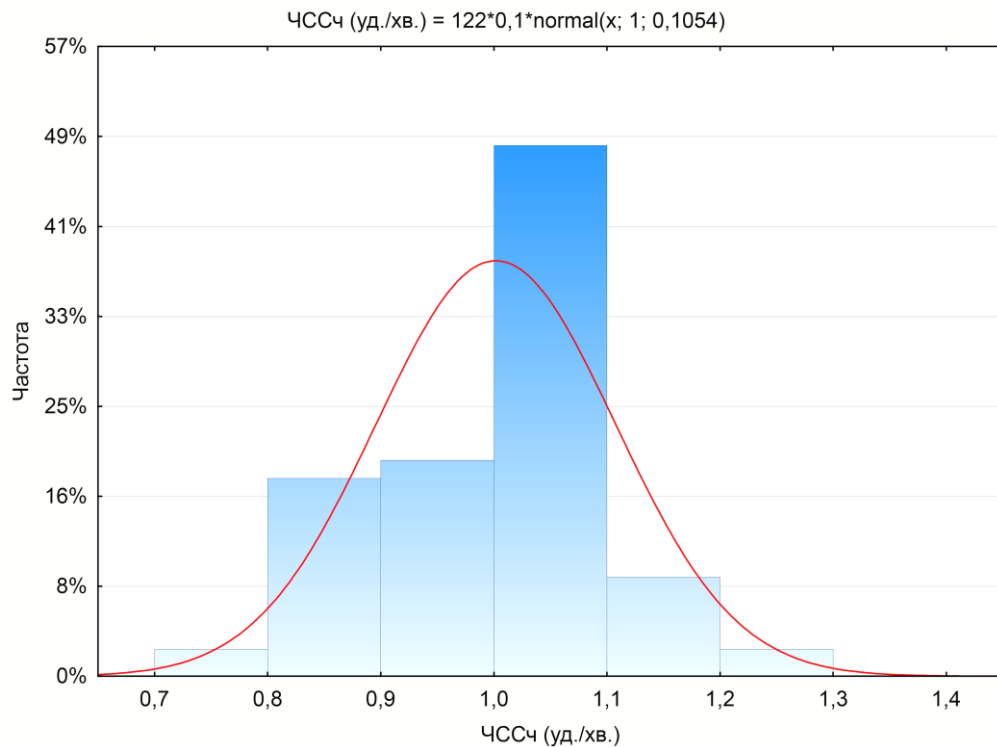


Рисунок 4 – Гістограма розподілу ймовірностей значень частоти серцевих скорочень у чоловіків (ЧССч) віком 20-22 роки у 122 точках тест-полігону

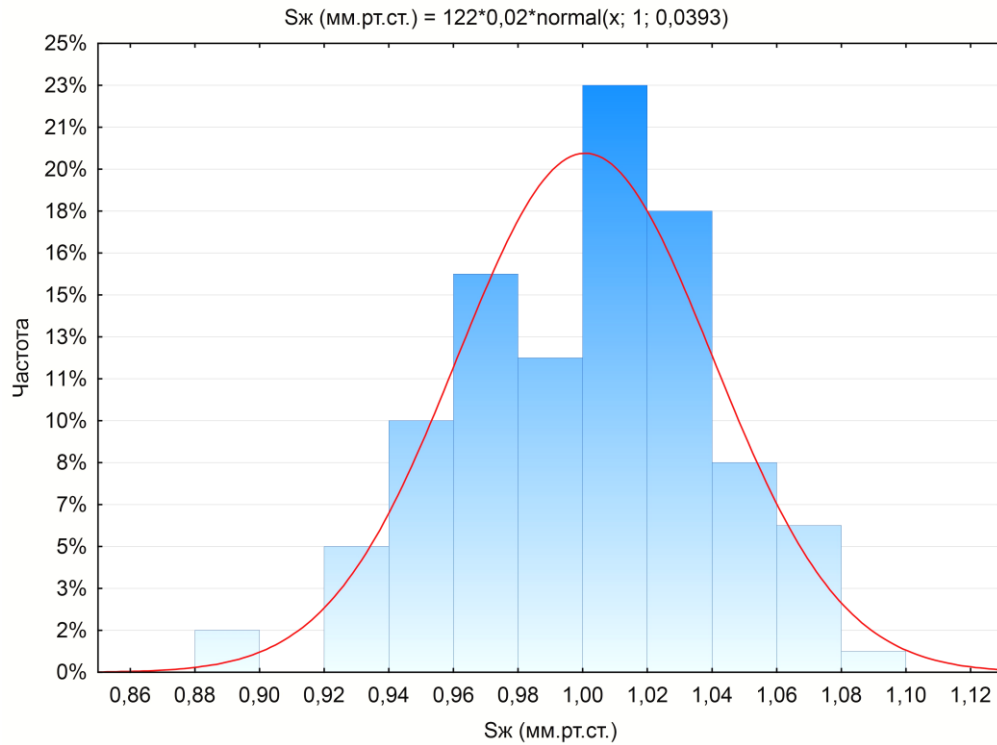


Рисунок 5 – Гістограма розподілу ймовірностей значень систолічного артеріального тиску у жінок (Sж) віком 20-22 роки у 122 точках тест-полігону

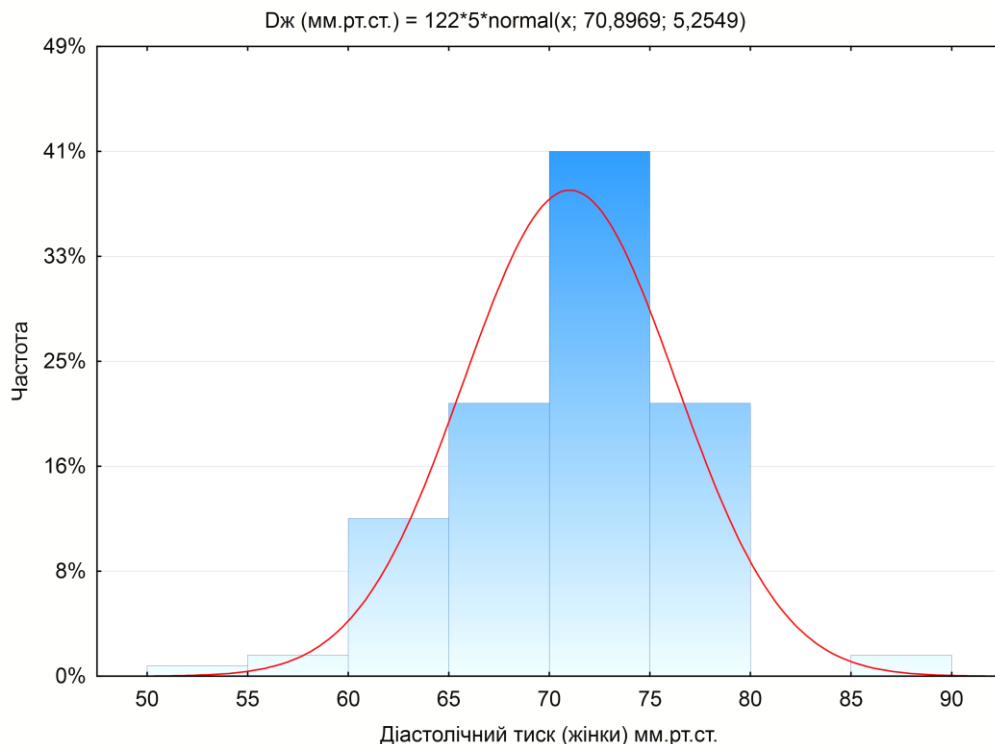


Рисунок 6 – Гістограма розподілу ймовірностей значень діастолічного артеріального тиску у жінок (Dж) віком 20-22 роки у 122 точках тест-полігону

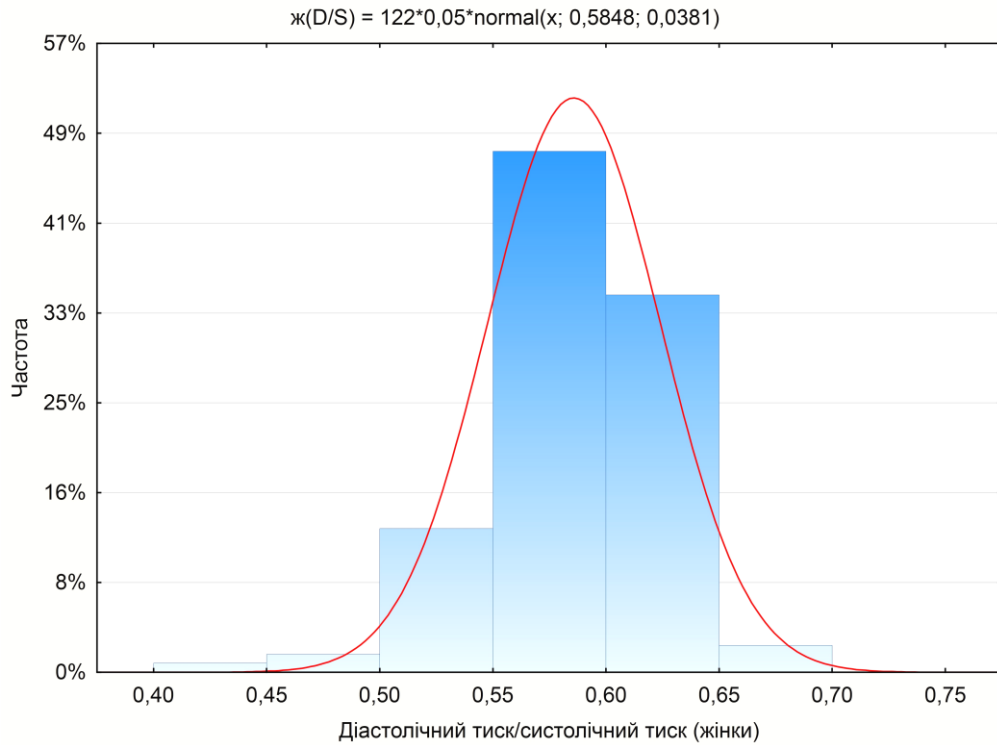


Рисунок 7 – Гістограма розподілу ймовірностей значень показника артеріального тиску у жінок (фж) віком 20-22 роки у 122 точках тест-полігону

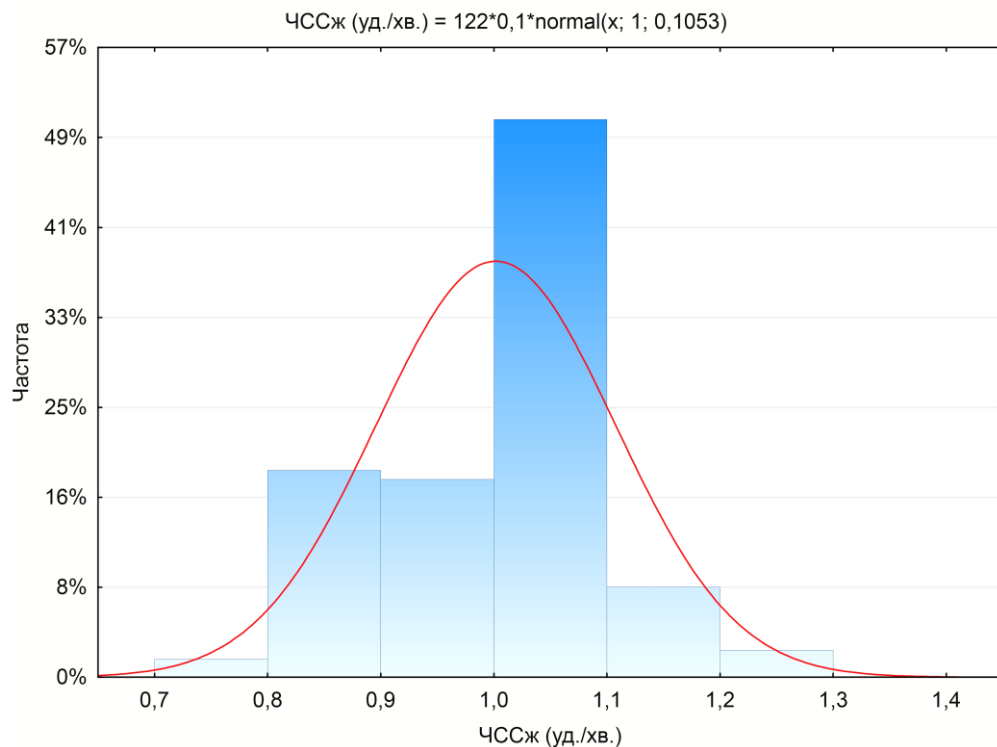


Рисунок 8 – Гістограма розподілу ймовірностей значень частоти серцевих скорочень у жінок (ЧССж) віком 20-22 роки у 122 точках тест-полігону

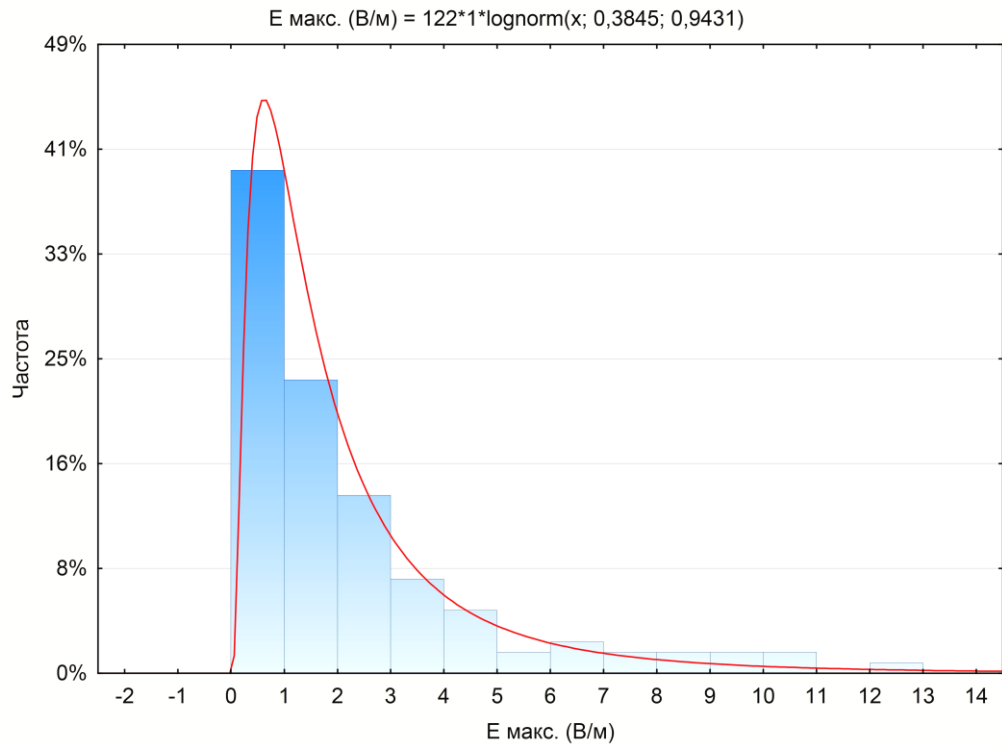


Рисунок 9 – Гістограма розподілу ймовірностей максимальних значень напруженості електричної складової електромагнітного поля ($E_{\text{макс.}}$) у 122 точках тест-полігону

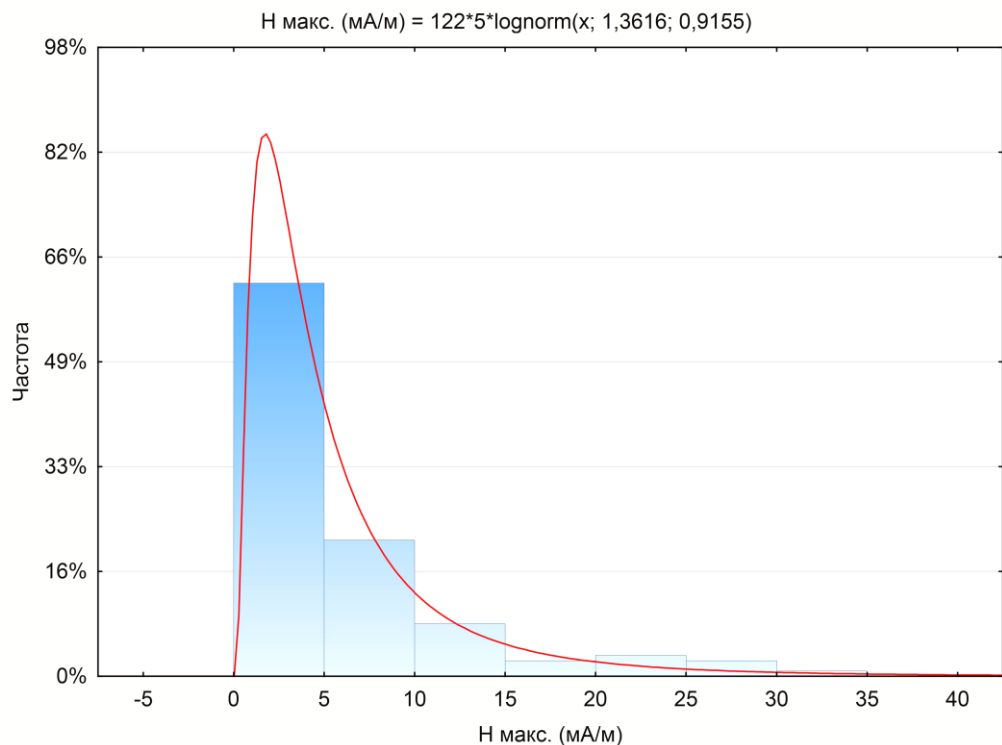


Рисунок 10 – Гістограма розподілу ймовірностей максимальних значень магнітної складової електромагнітного поля ($H_{\text{макс.}}$) у 122 точках тест-полігону

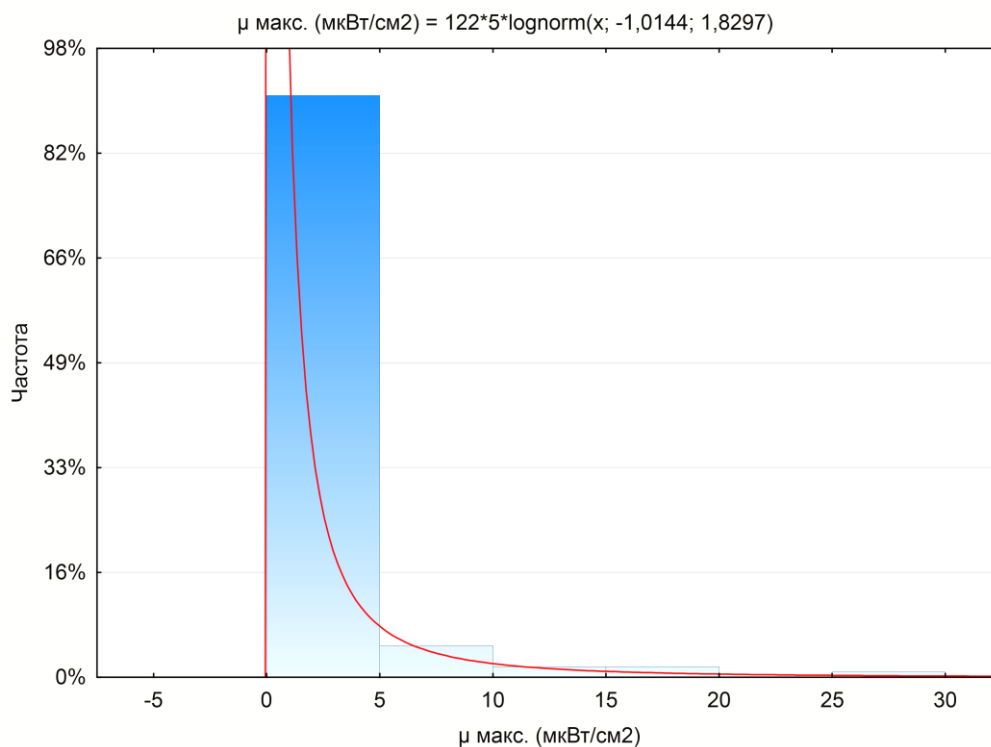


Рисунок 11 – Гістограма розподілу ймовірностей максимальних значень поверхневої густини потоку енергії ($\mu_{\text{макс.}}$) у 122 точках тест-полігону

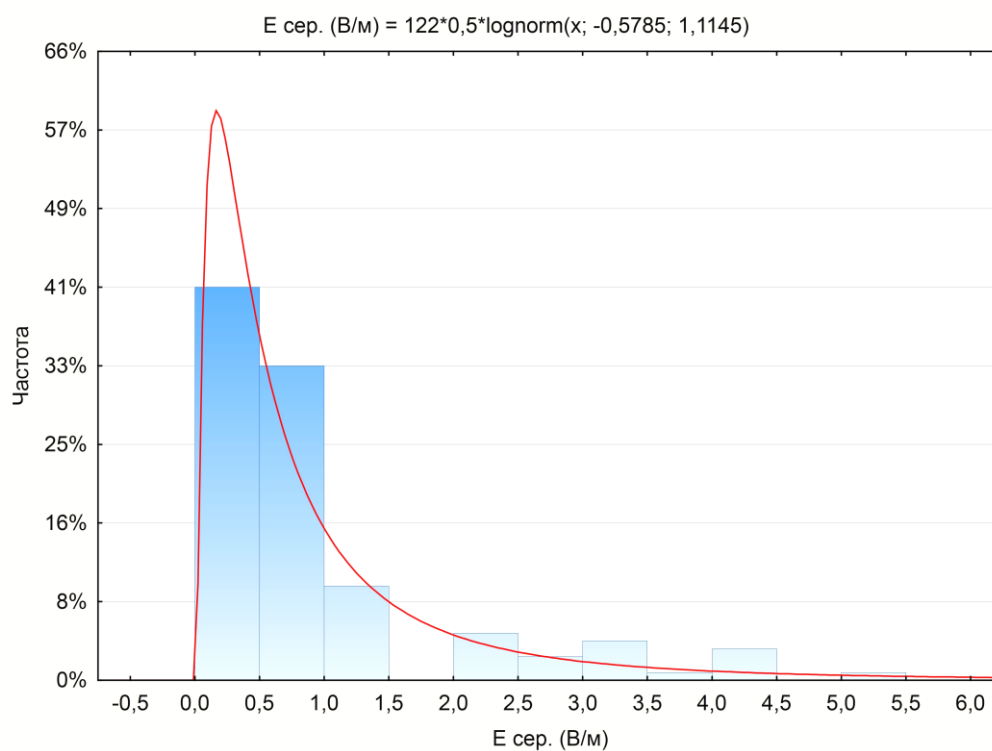


Рисунок 12 – Гістограма розподілу ймовірностей середніх значень напруженості електричної складової електромагнітного поля ($E_{\text{сер.}}$) у 122 точках тест-полігону

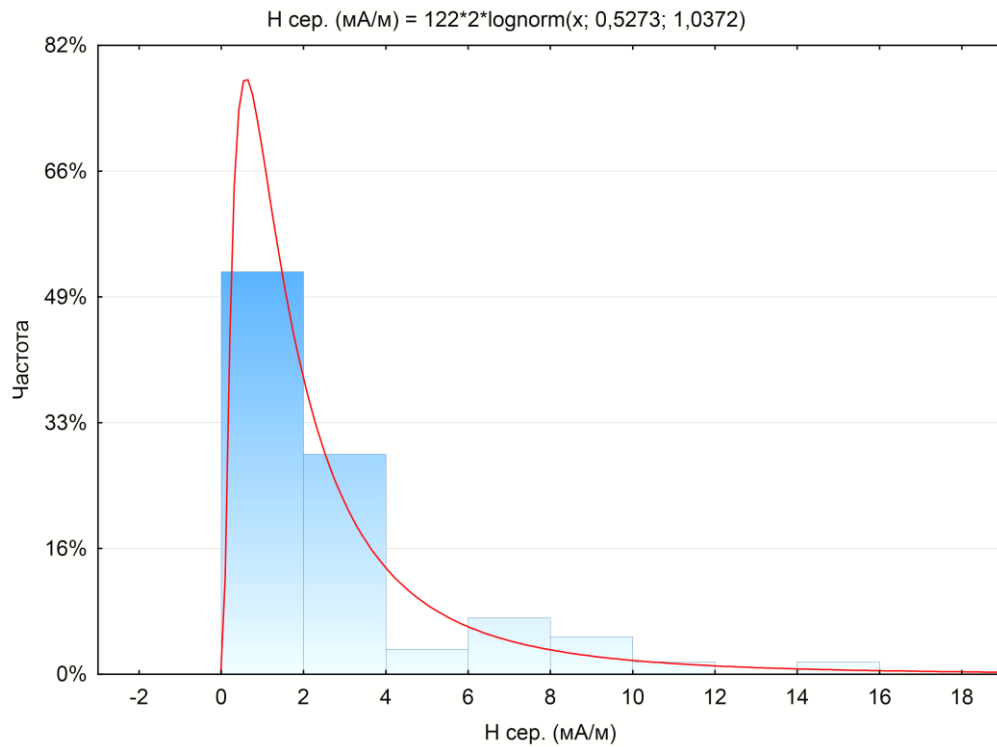


Рисунок 13 – Гістограма розподілу ймовірностей середніх значень магнітної складової електромагнітного поля ($H_{\text{сер.}}$) у 122 точках тест-полігону

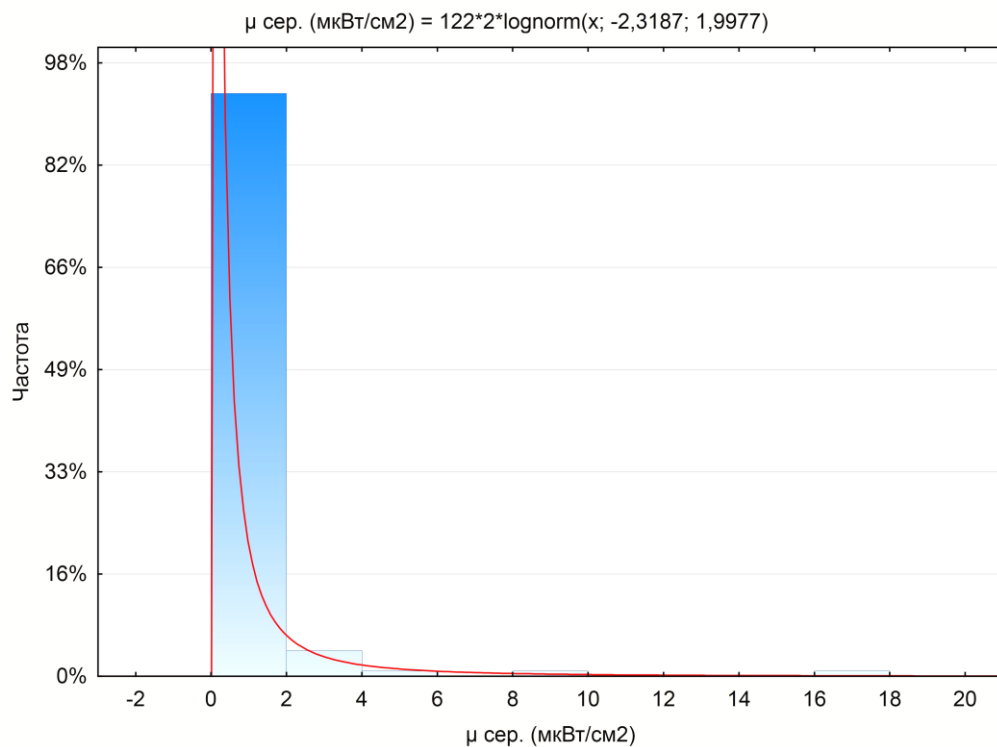


Рисунок 14 – Гістограма розподілу ймовірностей середніх значень поверхневої густини потоку енергії ($\mu_{\text{сер.}}$) у 122 точках тест-полігону

Додаток Г

Стандартизовані дані величин Sч, Dч, ЧССч, Sж, Дж, ЧССж, дані фж, фж

та нормалізовані дані величин E_{макс.}, H_{макс.}, μ_{макс.}, E_{сер.}, H_{сер.}, μ_{сер.} у 122 точках тест-полігону

№ з/п	Адреса, місце розташування	Sч	Dч	фч	ЧССч	Sж	Дж	фж	ЧССж	ln E _{макс.}	ln H _{макс.}	ln μ _{макс.}	ln E _{сер.}	ln H _{сер.}	ln μ _{сер.}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Пл. Міцкевича, 3	1,0404	1,0698	0,6542	1,0473	1,0437	1,0627	0,5953	1,0483	1,2714	2,2444	0,6074	1,1839	2,0575	0,6080
2	Пл. Міцкевича	0,9811	1,0392	0,6738	0,9382	0,9823	1,0656	0,6343	0,9408	0,9010	1,8769	0,3041	0,7208	1,6730	-0,7468
3	Сквер позаду головного корпусу Івано-Франківського національного медичного університету	1,0607	1,0290	0,6172	1,0977	1,0641	1,0278	0,5648	1,0989	0,7752	1,7513	0,0403	0,7314	1,3530	-0,0797
4	Вул. Галицька, 4А	1,0201	1,0035	0,6258	1,0625	1,0233	0,9890	0,5651	0,9383	1,3186	2,2943	1,2051	0,1275	2,0860	0,5795
5	Майдан Шептицького	1,0030	1,0635	0,6745	0,9441	1,0063	1,0020	0,5822	1,0856	0,1664	1,1480	-1,4180	-0,5293	0,3941	-2,8508
6	Вул. Тичини, 21	1,0363	1,0724	0,6583	1,0719	1,0397	1,2149	0,6832	1,0513	1,0956	2,0696	0,6825	0,7557	1,8045	0,2529
7	Північний бульвар, 4	1,0591	1,0852	0,6518	1,0297	1,0625	1,1037	0,6073	1,0341	0,4298	1,4007	-0,7300	-0,1708	1,0966	-1,5545
8	Вул. Пулюя, 15	1,0583	1,0264	0,6170	0,9382	1,0617	1,0878	0,5990	0,9548	0,6466	1,6190	-0,3356	-1,4610	0,5556	-0,4044
9	Парк воїнів інтернаціоналістів	1,0169	1,0188	0,6374	1,0695	1,0210	0,9878	0,5657	1,0681	0,2807	1,2508	-1,0142	-0,1684	0,7571	-1,8806
10	Вул. Галицька, 201	1,0079	1,0622	0,6704	0,9452	1,0111	1,0725	0,6202	0,9462	-1,1087	-0,1508	-3,7636	-2,3860	-1,0413	-4,3583

Продовження додатка Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
11	Вул. Заводська	0,9990	1,0392	0,6618	1,0625	0,9857	1,0438	0,6191	1,0636	0,2303	1,1994	-1,3269	-0,0780	0,9070	-1,5334
12	Вул. Горбачевського, 14	1,0136	1,0775	0,6763	1,0836	1,0160	1,0929	0,6289	1,0847	-0,1649	1,7879	0,0647	-0,1972	1,1385	-1,4863
13	Калузьке шосе, 1	1,0696	1,0290	0,6120	0,9523	1,0731	1,0125	0,5516	0,9532	-0,4370	1,1808	-0,5723	-0,8278	0,6302	-1,1635
14	Вул. Федьковича, 91	0,9486	1,0392	0,6969	1,0297	0,9517	1,0027	0,6160	1,0283	-0,5310	0,4311	-2,8700	-1,0642	-0,1210	-4,0009
15	Вул. Нечуя Левицького, 6	0,9876	1,0239	0,6595	1,0531	0,9908	0,9996	0,5899	1,0379	-0,2614	0,7188	-1,6312	-0,9289	0,0354	-1,7499
16	Вул. Хіміків, 1	0,9600	1,0520	0,6971	1,0203	0,9548	1,0862	0,6651	1,0201	-0,5276	0,4530	-2,7758	-0,7853	0,2754	-3,0098
17	Вул. Тролейбусна, 7	0,9665	1,0239	0,6739	1,0203	0,9586	1,0377	0,6329	1,0254	0,5568	1,5552	-0,4961	0,1062	0,7993	-2,0691
18	Вул. Галицька, 145	0,9373	1,0801	0,7331	1,0179	0,9403	1,0596	0,6588	1,0190	0,8096	1,7847	0,0633	0,0573	0,7779	-1,4209
19	Ріка Бистриця Солотвинська	0,9454	0,9907	0,6667	1,0273	0,9484	0,9881	0,6091	1,0285	0,7528	1,6703	-0,1440	0,0935	1,0949	-1,5616
20	Ріка Бистриця Надвірнянська	0,9957	0,9932	0,6346	1,1446	0,9989	0,9890	0,5789	1,1462	-0,7508	0,2319	-3,2597	-1,5006	-0,4732	-4,7444
21	Вул. Медична, 17	0,9681	0,9345	0,6141	1,0015	0,9712	0,9749	0,5869	1,0026	-0,1199	0,8493	-1,8741	-1,4439	-0,3754	-3,9221
22	Вул. Медична, 15	0,9665	0,9320	0,6134	1,0766	0,9283	0,9335	0,5879	1,0616	-1,3984	-0,4494	-4,1997	-2,4769	-1,0642	-5,4491
23	Вул. Коновальця, 433	0,9324	0,9396	0,6411	1,0742	0,9354	0,8742	0,5465	1,0468	1,1259	2,1025	0,8081	-0,7402	0,1467	-3,2214
24	Вул. Коновальця, 264 А	0,9210	0,9243	0,6384	1,0531	0,9240	0,9879	0,6251	1,0619	-0,2575	0,7100	-2,2798	-0,5327	0,5044	-3,7508

Продовження додатка Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
25	Вул. Блавацького, 3	0,9405	0,8988	0,6079	1,0390	0,9435	0,8869	0,5496	1,0439	-1,0936	-0,1210	-3,9477	-1,9661	-1,0700	-5,4262
26	Вул. Євгена Коновальця, 229	0,9178	0,9396	0,6513	0,9312	0,9207	0,9875	0,6271	0,9369	-1,0328	0,2523	-2,9623	-2,1804	-1,6399	-4,2131
27	Вул. Коновальця, 132	0,8869	0,9243	0,6630	0,9546	0,8897	0,9012	0,5922	0,9700	-0,0726	0,9046	-1,9470	-1,2310	-0,1839	-3,6809
28	Вул. Сахарова, 36 А	0,9697	0,9652	0,6332	0,9898	0,9729	0,9583	0,5759	1,0052	1,5541	2,5298	1,4753	0,7203	1,5078	-0,4600
29	Вул. Юності, 4	0,9665	0,9703	0,6387	1,1634	0,9852	0,9859	0,5851	1,1646	1,1559	2,2392	1,1142	0,8167	1,7958	0,0576
30	Вул. Юності, 23	0,9503	0,9907	0,6632	1,1376	0,9533	0,9998	0,6131	1,1534	-0,6349	0,3605	-3,0407	-0,9339	-0,1684	-3,6770
31	Вул. Юності, 13	1,0891	1,0558	0,6167	1,0860	1,0926	1,2098	0,6474	1,0872	-0,1199	0,8536	-1,9604	-1,3356	-0,4432	-4,3901
32	Вул. Тополина, 6	1,0347	1,0877	0,6688	0,9898	1,0364	1,0883	0,6140	0,9917	0,0507	1,0235	-1,6799	-0,1708	0,7006	-2,3849
33	Вул. Тисменицька, 289	1,0493	1,0137	0,6146	0,9312	1,0527	1,0178	0,5653	0,9322	-1,1301	-0,1625	-4,0628	-2,9565	-1,9379	-5,0832
34	Вул. Тисменицька, 287	1,0591	1,0494	0,6304	0,7834	1,0609	1,1194	0,6169	0,7842	-1,6503	0,7519	-2,0114	-3,4420	-0,3133	-4,3051
35	Вул. Тисменицька, АЗК "Окко"	1,0428	1,0392	0,6340	0,9007	1,0462	1,0314	0,5764	0,9016	0,0908	1,0668	-1,4292	-0,2998	0,7386	-2,2721
36	Ріка Бистриця Надвірнянська	1,0672	1,0188	0,6073	0,8796	1,0706	1,0181	0,5560	0,8805	0,0630	1,0350	-1,6783	-0,3916	0,5230	-2,7615
37	Вул. Незалежності, 207	1,0266	0,9907	0,6139	0,8115	1,0299	0,9187	0,5215	0,8327	-0,1222	0,7533	-2,2396	-0,6236	0,3053	-3,0878
38	Залізнична копія	1,0217	0,9830	0,6121	0,8092	1,0250	0,8311	0,4741	0,8101	2,3536	3,3290	2,8812	1,6654	2,6821	1,7478

Продовження додатка Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
39	Вул. Незалежності, 97	0,9990	1,0724	0,6829	1,0777	1,0008	1,0596	0,6190	1,0624	2,3257	3,3012	2,8417	1,4516	2,7556	1,2860
40	Вул. Незалежності, 93 А	1,0428	1,0443	0,6371	0,9100	1,0297	1,0235	0,5811	0,9111	2,2504	3,2280	2,6729	0,9536	1,9982	0,4475
41	Вул. Незалежності, 40	1,0510	0,9600	0,5811	0,8749	1,0544	1,1050	0,6127	0,8774	1,8068	2,7826	2,0223	1,2928	2,1613	0,8276
42	Вул. Незалежності, 53	1,0266	0,9626	0,5965	0,8960	1,0299	0,9783	0,5554	0,8952	1,6905	2,6670	1,7675	1,3967	2,4732	1,2375
43	Вул. Вагилевича, 5	1,0510	0,9830	0,5951	0,8514	1,0486	0,7741	0,4316	0,8555	1,2436	2,2180	1,0048	-0,1497	0,8510	-2,0939
44	Вул. Угорницька, 10 А	0,9454	0,9498	0,6392	1,2478	0,9484	0,9048	0,5578	1,2834	-1,1147	-0,1661	-2,0495	-2,4651	-1,4872	-4,1227
45	Вул. Угорницька, 16	0,9990	1,0137	0,6455	1,2056	0,9993	0,9999	0,5850	1,2071	-1,1426	-0,1767	-3,9846	-2,0250	-0,6714	-5,7764
46	Вул. Івасюка, 76	1,0185	0,9907	0,6188	1,1493	1,0053	0,9875	0,5743	1,1506	2,1498	3,1251	-4,3125	-2,3645	0,8480	0,2257
47	Вул. Гната Хоткевича	0,9730	1,0213	0,6678	1,0625	0,9761	1,0314	0,6178	1,0494	-0,3901	0,5704	-2,6283	-0,9390	-0,3092	-4,2545
48	Вул. Івасюка, 50 А	1,0039	1,0341	0,6553	1,1376	1,0071	0,9617	0,5583	1,1376	0,0989	1,0695	-1,4912	-0,6015	0,3832	-2,8404
49	Вул. Івасюка, 17	1,0120	1,0494	0,6597	1,1493	1,0152	1,0031	0,5777	1,1368	1,4076	2,3819	1,0963	-0,1900	0,8224	-2,3687
50	Вул. Стуса	1,0347	1,0801	0,6641	1,0883	1,0298	1,0883	0,6179	1,0653	-0,2692	0,7061	-2,0810	-1,7603	0,3941	-4,1799
51	Вул. Вовчинецька, 225	1,0331	1,0749	0,6619	1,1071	1,0364	1,0720	0,6048	1,0981	1,0794	2,0535	0,6620	0,1527	1,0906	-1,5394
52	Вул. Вовчинецька, 223	1,0688	1,0877	0,6474	1,1282	1,0727	1,1032	0,6012	1,1293	0,8784	1,8513	0,2016	-0,0090	0,9026	-1,9769
53	Максимовича, 15	1,0104	1,0341	0,6511	1,1094	1,0136	1,0164	0,5863	1,1128	-0,0566	0,9227	-1,8780	-1,0189	-0,1839	-3,8258
54	Ріка Бистриця Солотвинська	1,0022	1,0290	0,6532	1,0695	1,0055	1,0322	0,6002	1,0706	0,2095	1,1830	-1,3280	-0,3397	0,6694	-2,3892

Продовження додатка Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
55	Вул. Галицька, 66	1,0591	1,0698	0,6426	1,0531	1,0543	1,0875	0,6031	1,0543	-0,5226	0,4408	-2,8285	-1,6503	-0,7919	-5,2030
56	Вул. Набережна, 2	1,0201	1,0647	0,6640	0,9147	1,0233	1,0742	0,6137	0,9178	-1,0996	-0,1347	-3,9528	-2,7489	-1,7545	-6,1658
57	Вул. Набережна, 24	1,0136	1,0647	0,6683	0,9030	1,0199	1,0281	0,5894	0,9039	-0,7444	0,2103	-3,2649	-2,6451	-1,6451	-6,8124
58	Вул. Карпатська, 15	1,0104	1,0749	0,6768	1,0250	1,0136	1,0596	0,6112	1,0260	0,5253	1,4981	-0,5598	-1,0996	-0,1347	-3,6652
59	Вул. Берегова, 30	1,0087	1,0852	0,6844	1,0132	1,0120	1,0978	0,6343	1,0143	0,7761	1,7518	-0,0428	-1,0671	-0,0780	-3,6306
60	Вул. Петлюри, 10	0,9746	1,0111	0,6600	1,0648	0,9530	1,0031	0,6154	1,0660	0,3660	1,3384	-0,9437	-0,2307	0,9536	-1,6687
61	Вул. Чорновола, 130	0,9633	0,9192	0,6071	1,0109	0,9664	0,9639	0,5832	1,0119	0,1630	1,1556	-1,3903	-0,7614	0,3832	-2,7121
62	Вул. Довженка, 2	0,9438	0,9217	0,6213	0,9781	0,9468	0,8802	0,5435	0,9804	0,0218	1,0050	-1,6312	-0,1567	0,8002	-2,0448
63	Вул. Довженка, 26	0,9941	0,9830	0,6291	1,0273	0,9973	0,8333	0,4885	1,0332	-0,0823	0,9643	-1,6972	-0,4748	0,4194	-2,3784
64	Парк імені Т.Г. Шевченка	1,0315	1,1018	0,6795	1,0883	1,0348	1,1174	0,6313	1,0895	0,1160	1,0757	-1,6000	-0,6330	0,3307	-3,3467
65	Вул. Гетьмана Мазепи, 90	1,0104	0,9728	0,6125	0,9992	1,0072	0,9878	0,5734	1,0004	-0,3243	0,6233	-2,4805	-1,0328	-0,2562	-4,2977
66	Вул. Січових стрільців, 29	0,9665	0,8937	0,5882	0,8092	0,9696	0,9050	0,5457	0,8174	2,5377	3,5137	3,2301	1,1830	2,2380	2,8429
67	Вул. Чорновола, 2	0,9681	0,8988	0,5906	0,8186	0,9712	0,9566	0,5759	0,8196	2,1337	3,1087	0,1998	1,1388	2,1572	2,1674
68	Вул. Шевченка, 57	0,9754	0,9243	0,6028	0,8561	0,9786	0,9875	0,5900	0,8571	1,4780	2,4530	1,4386	0,2608	2,1112	0,6224
69	Вул. Чорновола, 103	1,0185	1,0749	0,6715	1,0813	1,0298	1,1016	0,6255	1,0667	-0,1863	0,7980	-4,3662	-1,0106	-0,0161	-4,9908

Продовження додатка Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
70	Вул. Шевчен- ка, 98	0,9559	0,9626	0,6406	1,0789	0,9590	0,9422	0,5744	1,0800	0,1906	1,1669	-1,3799	-0,7853	-0,0877	-3,6344
71	Вул. Шевчен- ка, 32	1,0445	0,9728	0,5925	0,8373	1,0313	0,9758	0,5532	0,8382	1,3228	2,2961	1,1499	0,0843	0,9817	-1,5446
72	Вул. Шевчен- ка, 2	1,0071	1,0494	0,6629	1,0578	1,0097	1,0297	0,5963	1,0563	0,0564	1,0285	-1,6235	-0,0367	0,9337	-1,8128
73	Вул. П. Орли- ка, 7	0,9616	0,8962	0,5929	0,7881	0,9647	0,8852	0,5365	0,7889	2,2319	3,2077	2,6585	1,4500	2,3209	1,3707
74	Вул. Бельве- дерська, 14	0,9811	0,8962	0,5811	0,8420	0,9760	0,8744	0,5238	0,8415	1,8221	2,7983	1,9932	1,1079	2,0693	0,5902
75	Вул. Бельве- дерська, 40	1,0152	0,9830	0,6160	0,8233	1,0020	0,9053	0,5282	0,8241	0,8433	1,8189	0,1209	0,0305	1,0550	-1,7761
76	Вул. Бельве- дерська, 39	1,0234	0,9983	0,6206	1,0578	1,0266	0,9899	0,5637	1,0443	-0,2433	0,7266	-2,2769	-1,3744	-0,3930	-4,3125
77	Вул. Короля Данила, 18	1,0234	0,9983	0,6206	0,8444	1,0091	1,0457	0,6059	0,8455	0,8145	1,7879	0,0616	-0,4861	0,4971	-2,7411
78	Вул. Короля Данила, 4	1,0071	0,9830	0,6210	1,0695	1,0076	0,9873	0,5729	1,0479	-0,0555	0,9103	-1,9025	-0,8533	0,1544	-3,3962
79	Вічевий майдан	0,9673	0,9217	0,6062	0,8326	0,9786	0,9165	0,5476	0,8337	1,5315	2,5075	1,5007	0,3605	1,3284	-0,8926
80	Вул. Валова, 10	1,0071	0,9728	0,6145	0,8444	1,0103	1,0094	0,5841	0,8412	0,7912	1,7654	0,0181	-0,1696	0,8523	-2,1768
81	Вул. Франка, 33	1,0185	1,0264	0,6411	0,9124	1,0218	1,0123	0,5793	0,9269	0,2716	1,2479	-1,2303	-0,4589	0,5670	-2,5523
82	Вул. Павлика, 5	1,0347	1,1081	0,6813	1,2818	1,0318	1,1239	0,6368	1,2987	0,6745	1,6510	-0,2531	-0,6675	0,3257	-3,1213
83	Вул. Гаркуші, 37	1,0217	0,9754	0,6073	0,8326	1,0250	0,9890	0,5642	0,8462	0,8642	1,8396	0,2000	-0,2863	0,7528	-2,3403
84	Залізнична колія	0,9616	0,8962	0,5929	0,8561	0,9647	0,8587	0,5204	0,8588	1,5424	2,5166	1,6740	0,9995	2,0513	0,2187

Продовження додатка Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
85	Вул. Г. Хоткевича, 15	1,0234	0,9473	0,5889	1,0836	1,0102	1,0046	0,5814	1,0541	-0,1590	0,8083	-2,0495	-0,8604	0,1258	-3,3697
86	Вул. Миру, 33	0,9665	0,9728	0,6403	1,0461	0,9649	0,9852	0,5970	1,0472	0,3053	1,2798	-1,0812	-0,2679	0,7683	-2,3207
87	Вул. Вовчинецька, 92	1,0315	0,9932	0,6126	1,0860	1,0323	1,0912	0,6180	1,0343	-0,4080	0,5573	-2,5836	-1,4355	-0,4035	-4,4918
88	Вул. Вовчинецька, 54	1,0152	0,9703	0,6080	1,0672	1,0185	0,9716	0,5577	1,0577	-0,1555	0,8140	-2,0675	-0,8142	0,1432	-3,4143
89	Вул. Вовчинецька	1,0006	0,9805	0,6234	1,0578	1,0038	0,9907	0,5771	1,0480	-0,0263	0,9497	-1,4988	-1,6766	-0,0131	-2,3392
90	Вул. Привокзальна, 1	1,0404	1,0469	0,6401	1,0578	1,0419	1,0985	0,6164	1,0496	1,0353	2,0105	0,5652	0,1151	0,9605	-1,7988
91	Вул. Незалежності, 43	1,0412	0,9983	0,6100	0,8678	1,0445	1,0088	0,5647	0,8430	0,9095	1,9635	0,8358	-0,4432	0,7343	-2,2368
92	Вул. Миколайчука, 2	0,9941	1,0418	0,6667	1,1587	0,9973	0,9287	0,5444	1,1599	1,4073	2,3820	1,0965	-0,1936	0,8220	-2,3698
93	Вул. Гетьмана Мазепи, 165	0,9795	0,9575	0,6219	1,0156	0,9826	0,9306	0,5538	1,0166	-0,1301	0,8658	-1,8852	-0,5396	0,3464	-2,4293
94	Вул. Гетьмана Мазепи, 162	0,9827	0,9703	0,6281	1,0344	0,9680	0,9426	0,5693	1,0205	-0,1936	0,7998	-1,9463	-0,4385	0,3961	-2,3805
95	Вул. 24 Серпня, 13	1,0217	0,9792	0,6097	0,9898	1,0250	0,9955	0,5679	0,9899	-0,1948	0,6334	-2,2779	-1,8515	0,2822	-4,2199
96	Івано-Франківське міське озеро	0,9974	1,0239	0,6531	1,0203	1,0006	1,0016	0,5853	1,0233	-0,6274	-0,0780	-2,8771	-1,4065	-0,3916	-4,7560
97	Вул. Г. Хоткевича, 56	1,0087	0,9958	0,6280	1,1493	1,0120	0,9998	0,5776	1,1677	2,0647	2,9969	-4,3662	-2,4534	0,7115	0,0062
98	Вул. Набережна, 6	1,0071	1,0469	0,6613	0,8913	1,0074	1,0488	0,6087	0,8819	-1,1874	-0,2046	-3,9792	-2,9188	-1,8643	-6,1193
99	Вул. Набережна, 16 А	0,9974	1,0520	0,6710	0,9147	0,9841	1,0724	0,6371	0,9122	-0,8557	0,1706	-3,3382	-2,5903	-1,6766	-6,5023

Продовження додатка Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
100	Вул. Чорново- ла, 47	0,9746	0,9192	0,6000	0,8444	0,9753	0,9479	0,5682	0,8452	1,3410	2,3630	1,3383	0,0257	2,0238	0,3823
101	Вул. Чорново- ла, 63 А	0,9665	0,8937	0,5882	0,8796	0,9649	0,8586	0,5203	0,8632	1,2909	2,1342	1,2861	-0,0161	1,9213	0,2355
102	Вул. Дєповсь- ка, 97	1,0071	0,9192	0,5806	1,0602	1,0026	0,8886	0,5182	1,0624	1,0307	1,4455	-1,4330	0,9314	0,7547	-0,8375
103	Вул. Шухеви- чів, 35	1,0120	0,9958	0,6260	1,0203	1,0152	1,0019	0,5770	1,0430	-0,1324	0,4363	-1,1404	-0,1312	0,1553	-2,4281
104	Вул. Гоголя,10	0,9909	0,9703	0,6230	1,0555	0,9941	0,9700	0,5705	1,0603	1,8278	2,5353	-4,3583	-2,5770	0,6350	-0,2200
105	Вул. Довга,37	1,0412	1,0520	0,6427	1,0179	1,0445	1,1019	0,6168	1,0357	0,1997	1,3538	-0,8571	-0,1450	0,9070	-1,6165
106	Вул. Дорошен- ка, 29	0,9762	0,9166	0,5973	0,9077	0,9794	0,9099	0,5432	0,9086	1,1638	1,9174	0,2190	-0,3813	1,4455	-0,1408
107	Вул. Фран- ка,14	0,9957	1,0239	0,6542	1,0320	0,9989	1,0233	0,5989	1,0332	0,2062	1,1404	-1,2097	-0,2421	0,6238	-2,4350
108	Південний бульвар, 24	0,9633	0,8962	0,5919	0,7998	0,9649	0,9055	0,5487	0,8009	1,9851	2,9236	2,1798	1,4893	2,0949	0,9649
109	Вул. Франка, 19	0,9860	0,9983	0,6442	1,0086	0,9858	0,9744	0,5779	1,0096	0,1178	1,1774	-1,2476	-0,1936	0,6709	-2,3687
110	Вул. Грушевського, 16	1,0445	0,9754	0,5941	1,0813	1,0478	1,0031	0,5597	1,0809	0,8519	1,6925	0,2277	0,6991	1,5837	-0,8564
111	Вул. Вовчи- нецька, 196 Б	1,0087	0,9805	0,6184	1,0578	1,0120	0,9875	0,5705	1,0669	-0,4005	0,5188	-2,5823	-1,1147	-0,2904	-4,3982
112	Вул. Б. Лєпко- го, 9	1,0120	0,9473	0,5955	0,8819	1,0075	0,9469	0,5495	0,8847	1,7124	2,4884	1,7125	1,1716	1,9640	0,6365
113	Вул. Націо- нальної гвардії, 13	0,9259	0,9473	0,6509	0,9405	0,9288	0,9625	0,6059	0,9453	-1,0079	0,3001	-2,7242	-2,0636	-1,3205	-4,1105
114	Вул. Галицька, 65	0,9844	0,9881	0,6386	1,0390	0,9793	0,9627	0,5747	1,0402	0,2500	1,1394	-1,1252	-0,2459	0,7580	-1,9885

Продовження додатка Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
115	Вул. Вовчи- нецька, 103	1,0250	0,9907	0,6149	1,0602	1,0283	0,9754	0,5546	1,0613	-0,5639	0,5206	-2,7016	-1,6713	-0,5674	-4,2475
116	Вул. Будівель- ників, 24	1,0120	1,0520	0,6613	1,0578	1,0251	1,0576	0,6032	1,0544	-0,2627	0,6350	-2,1337	-2,0794	0,3119	-4,4312
117	Вул. Чорново- ла, 130	0,9584	0,9243	0,6136	0,9663	0,9614	1,0167	0,6183	0,9673	0,0478	1,0473	-1,5587	-0,2472	0,7481	-2,1447
118	Вул. Дністров- ська, 28	0,9827	1,0239	0,6628	1,0344	0,9848	0,9756	0,5792	1,0324	0,5883	1,5937	-0,4899	0,2191	0,9111	-2,0212
119	Вул. С. Банде- ри, 79	0,9356	1,0009	0,6806	0,9405	0,9387	1,0164	0,6331	0,9417	-0,3916	0,3681	-2,4974	-2,0956	-1,5465	-4,1289
120	Вул. Юності, 11	0,9746	1,0239	0,6683	1,0672	0,8936	0,9873	0,6460	1,0683	-0,2421	0,7636	-1,9951	-1,4065	-0,5344	-4,2064
121	Вул. Галицька, 45	0,9665	0,9983	0,6571	1,0555	0,9503	1,0012	0,6160	1,0566	0,2647	1,1581	-1,0880	-0,1803	0,8368	-1,9058
122	Вул. Коноваль- ця, 140	0,9714	1,0213	0,6689	0,9171	0,9827	1,0342	0,6153	0,9184	1,0543	1,1759	-1,0547	-0,0704	0,9719	-1,6724

Примітка: ln – натуральний логарифм

Додаток Д
Гістограми розподілу ймовірностей нормалізованих та стандартизованих
значень експериментальних даних

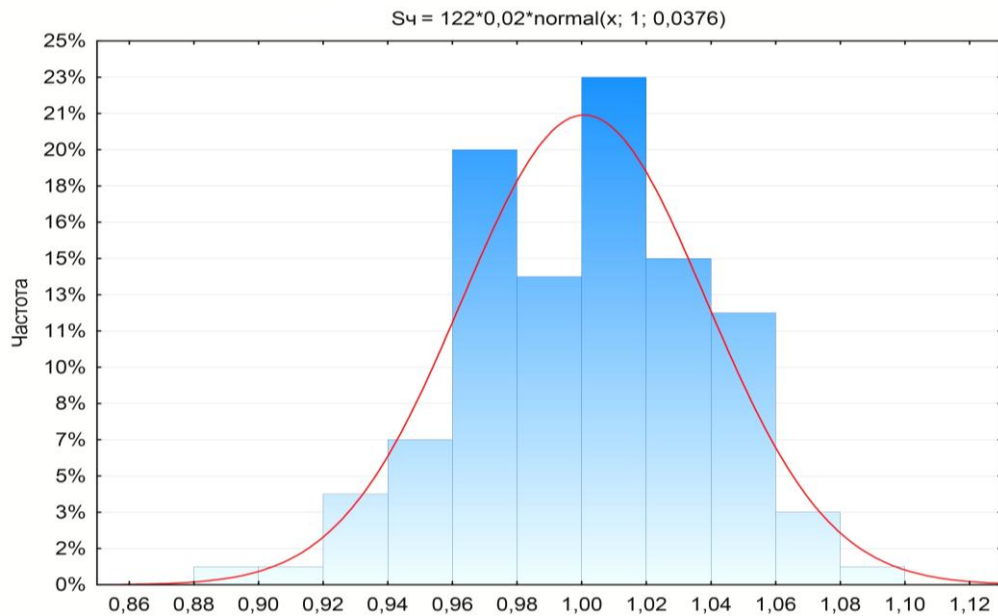


Рисунок 1 – Гістограма розподілу ймовірностей стандартизованих даних систолічного тиску в чоловіків S4

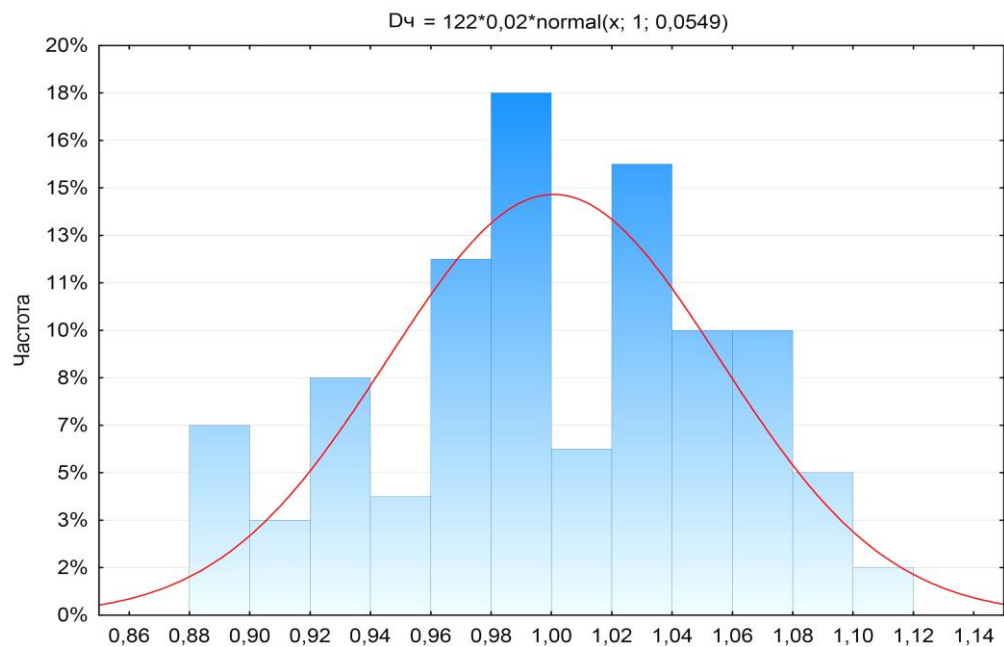


Рисунок 2 – Гістограма розподілу ймовірностей стандартизованих даних діастолічного тиску в чоловіків D4

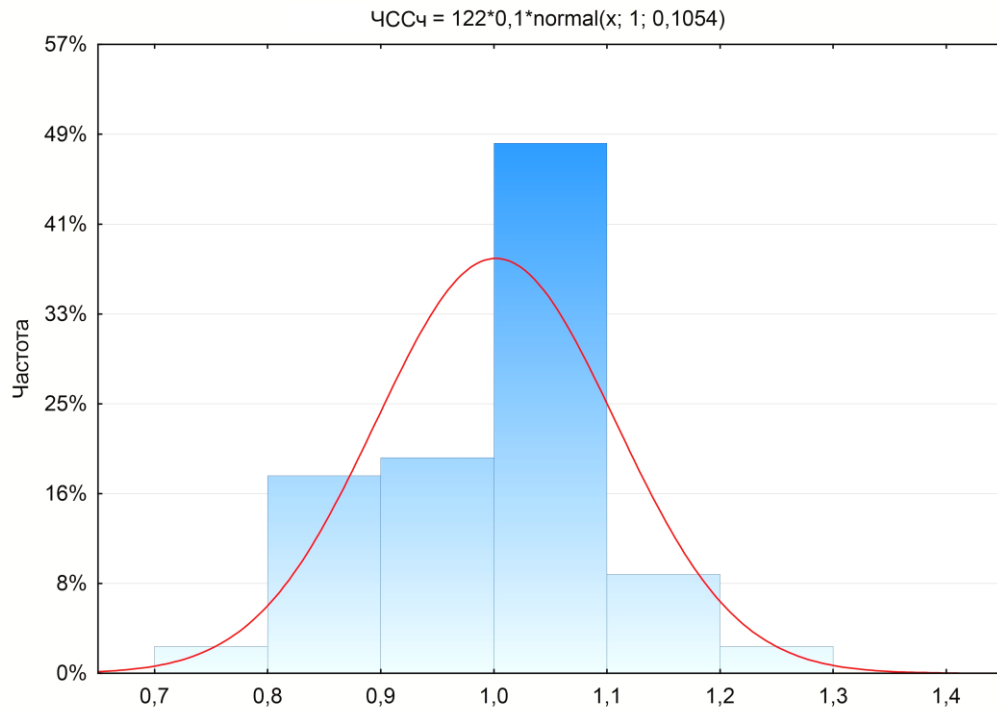


Рисунок 3 – Гістограма розподілу ймовірностей стандартизованих даних частоти серцевих скорочень у чоловіків ЧССч

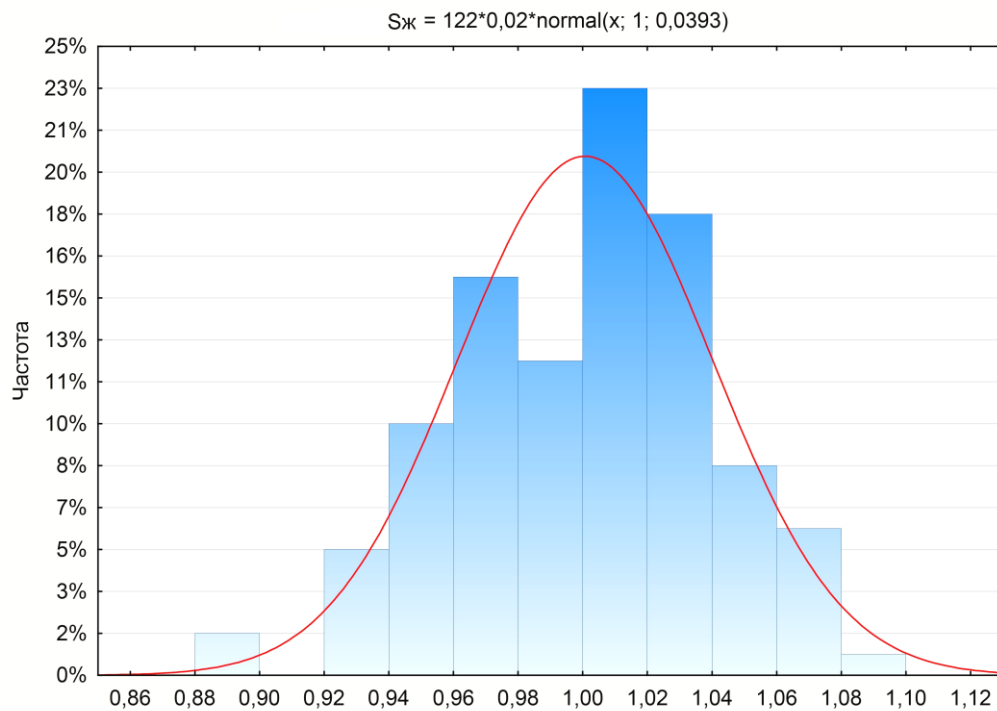


Рисунок 4 – Гістограма розподілу ймовірностей стандартизованих даних систолічного тиску в жінок Сж

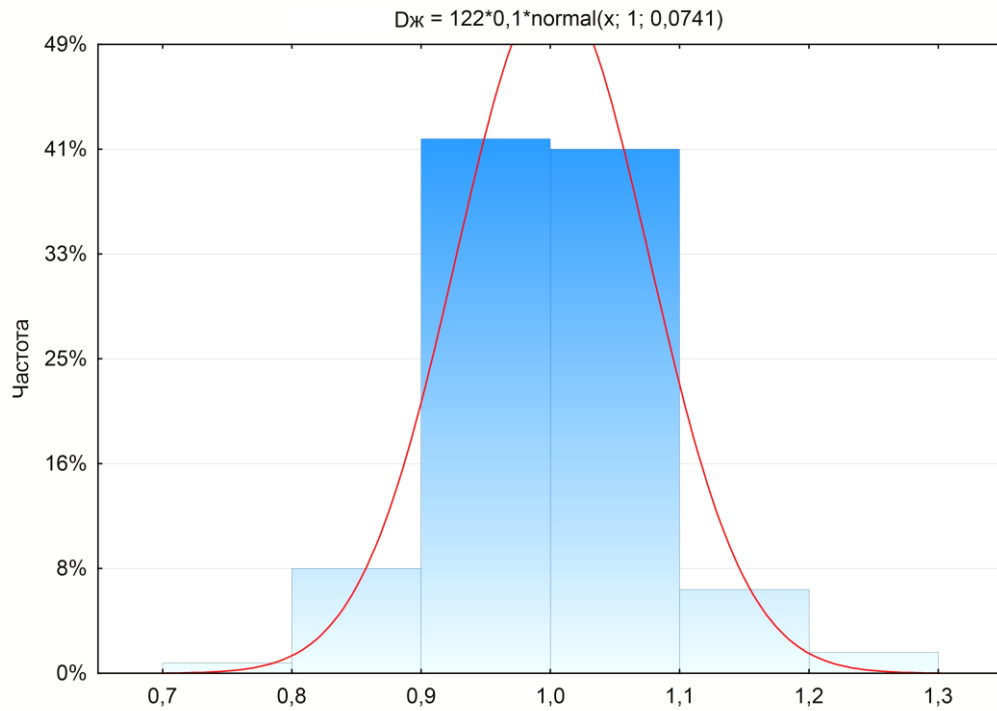


Рисунок 5 – Гістограма розподілу ймовірностей стандартизованих даних діастолічного тиску в жінок Дж

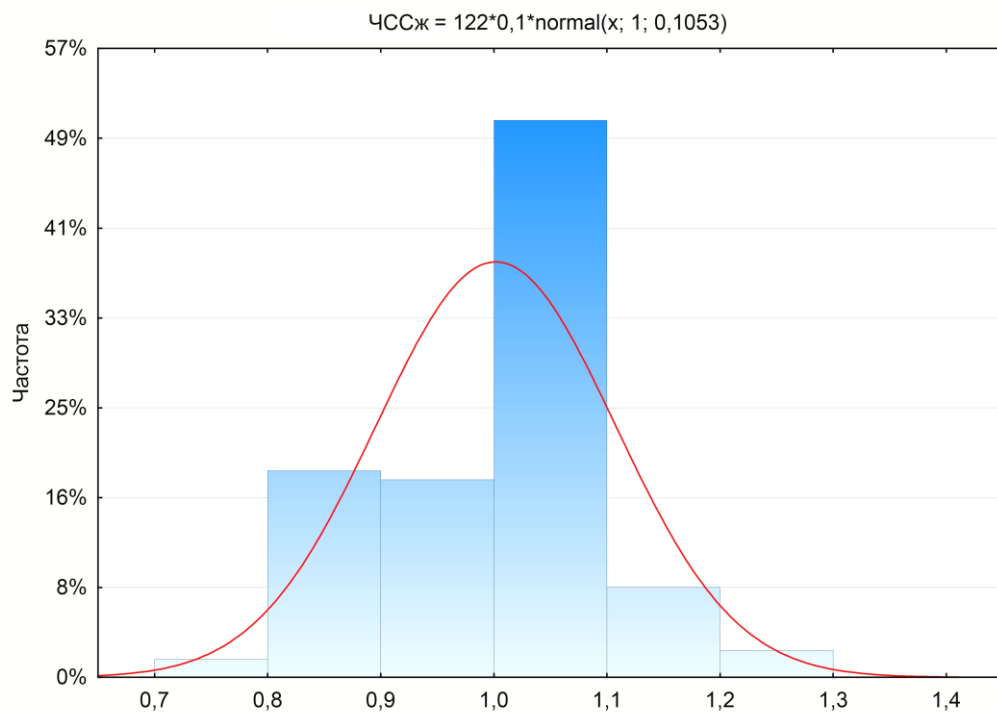


Рисунок 6 – Гістограма розподілу ймовірностей стандартизованих даних частоти серцевих скорочень у жінок ЧССж

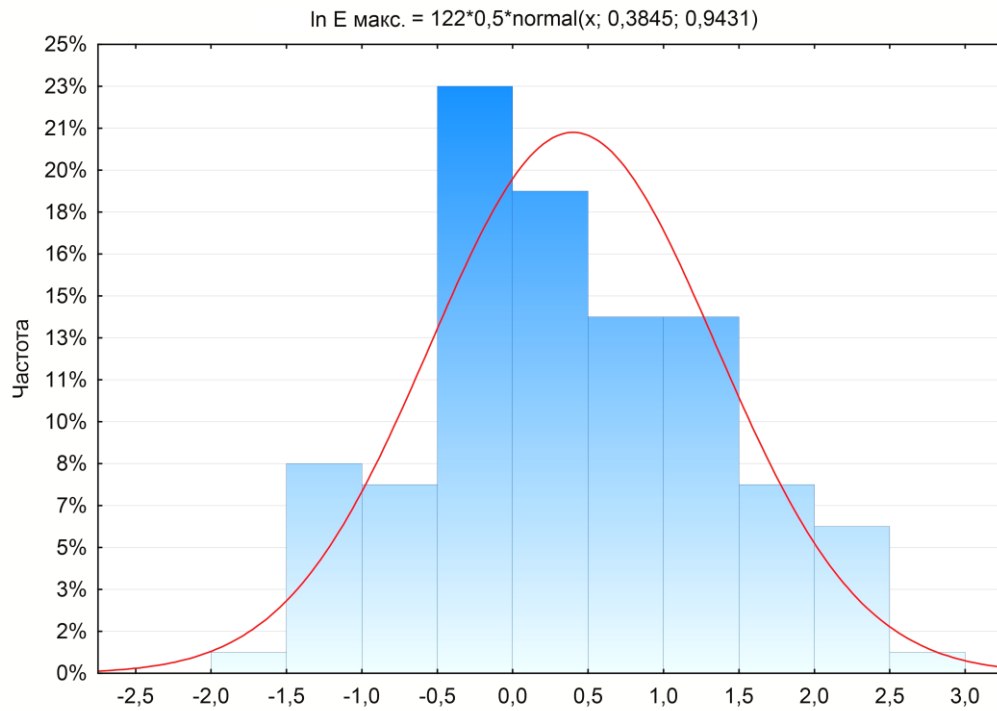


Рисунок 7 – Гістограма розподілу ймовірностей нормалізованих максимальних даних напруженості електричної складової електромагнітного поля ($E_{\text{макс.}}$)

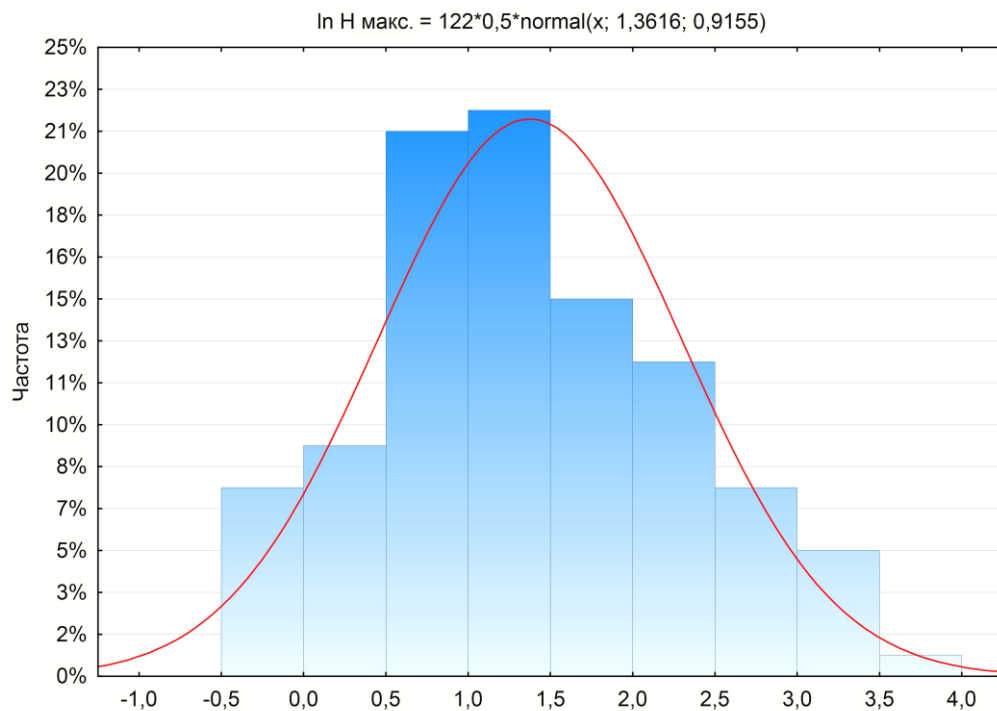


Рисунок 8 – Гістограма розподілу ймовірностей нормалізованих максимальних даних магнітної складової електромагнітного поля ($H_{\text{макс.}}$)

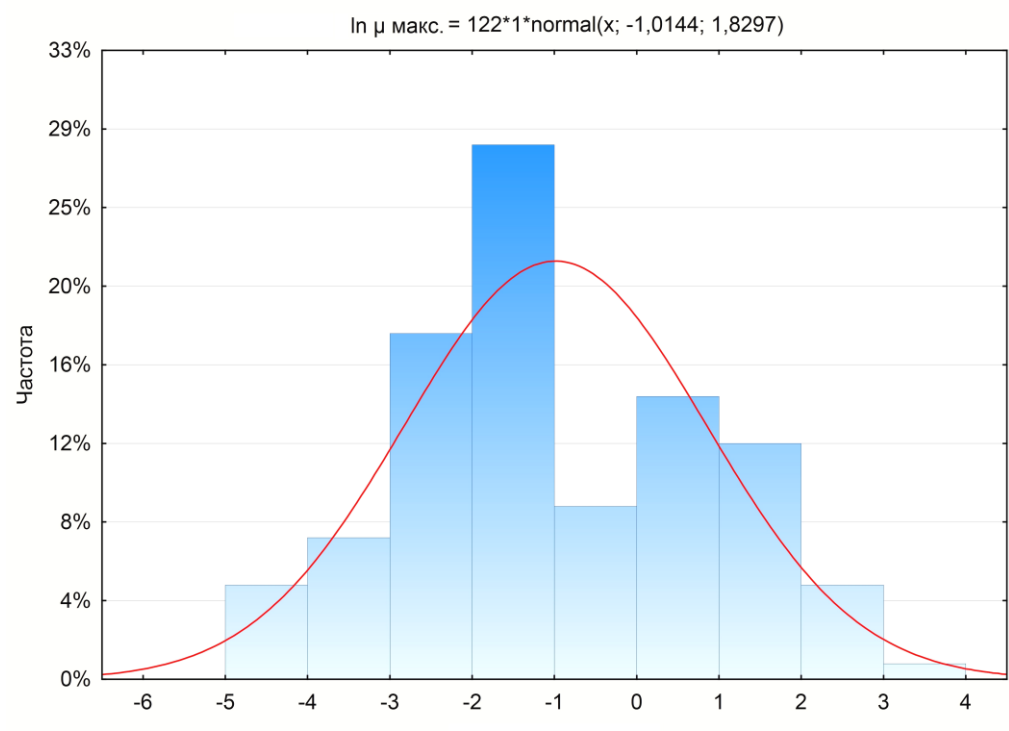


Рисунок 9 – Гістограма розподілу ймовірностей нормалізованих максимальних даних поверхневої густини потоку енергії ($\mu_{\text{макс.}}$)

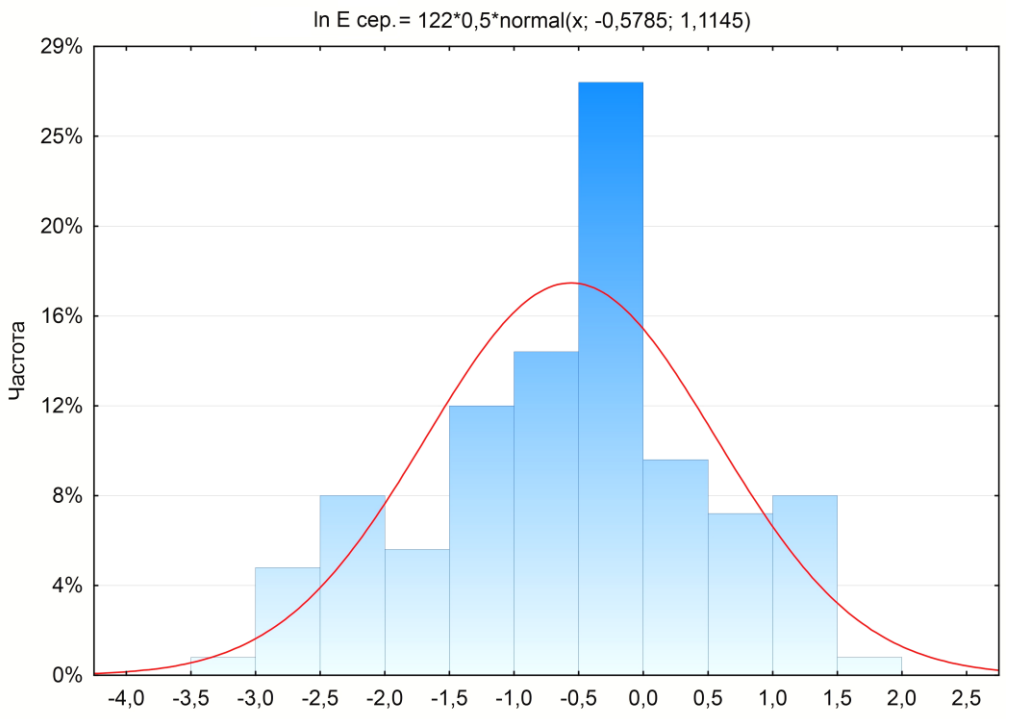


Рисунок 10 – Гістограма розподілу ймовірностей нормалізованих середніх даних напруженості електричної складової електромагнітного поля ($E_{\text{ср.}}$)

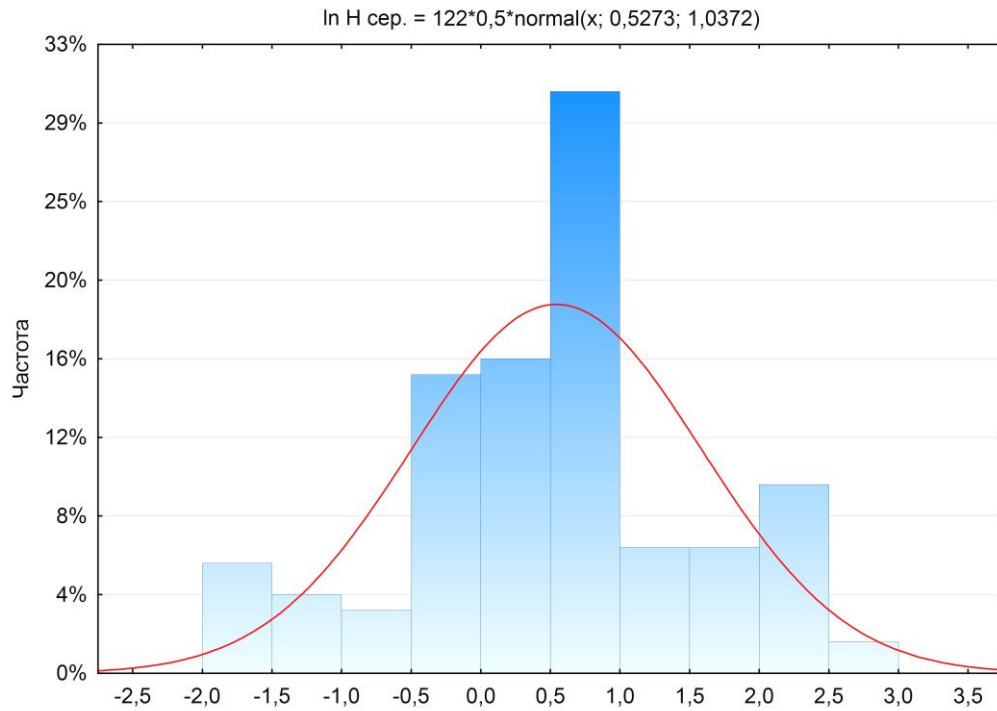


Рисунок 11 – Гістограма розподілу ймовірностей нормалізованих середніх даних магнітної складової електромагнітного поля ($H_{\text{сеп.}}$)

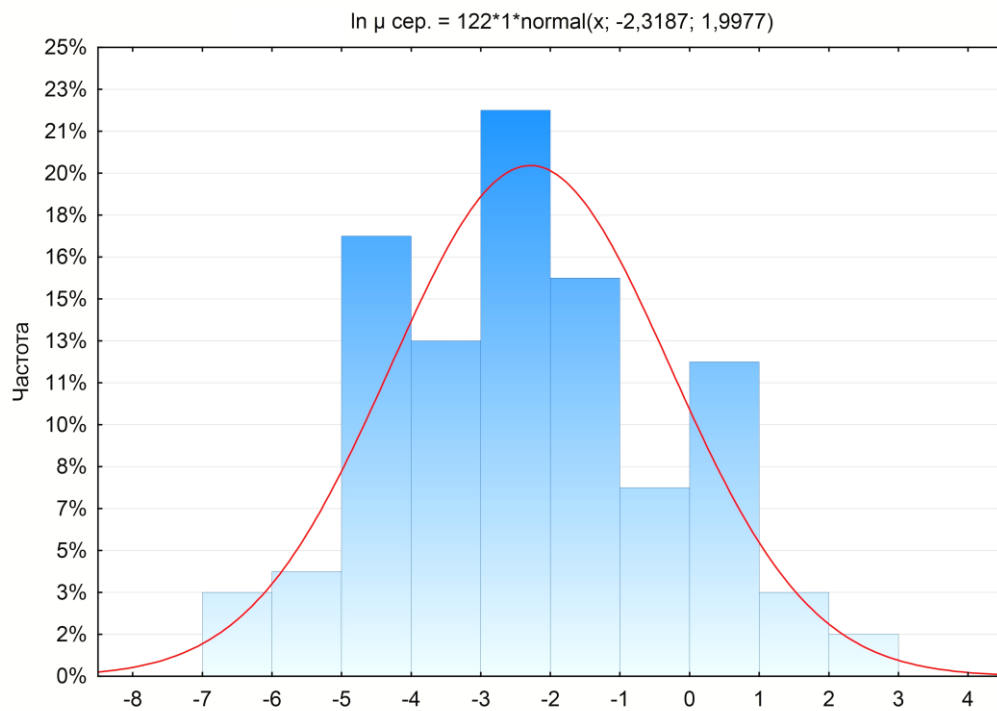


Рисунок 12 – Гістограма розподілу ймовірностей нормалізованих середніх даних поверхневої густини потоку енергії ($\mu_{\text{сеп.}}$)

Додаток Е

Вулиці та житлові будинки м. Івано-Франківська, що відносяться до території обслуговування Івано-Франківських міських поліклінік 1-4.

Е.1. До території обслуговування Івано-Франківської міської поліклініки № 1 відносяться вулиці та житлові будинки: Авіаційна, Аеродромна, С. Бандери 20-48, 50-62а, 69, 71-77, 79, 60, 60а, 62, 41-65 та непарні, Барнича, Басараб, Бистрицька, Биха, Блавацького, Бориславська, Ботанічна, Військова, Василюшина, Весняна, Височана, Волинська, Волошина, Газова, Галечко, Гвардійська, Голинського, Гординського, Горохолинська, Григора Крука, Джерельна, Довженка, Дорошенка, Дослідна, Дудаєва, Електрична, Желехівського, Зоря, Зразкова, Індустріальна, Короля Данила 44, 27, 17, 19-37, 32-46, 35а, Карпена Карого, Карпатської Січі, Кармелюка, Касіяна, Київська, Колективна, Коновальця 106а, 12, 61, 24, 136, 136б, 136в, 136д, 132а, 138, 142, 149, 156, 203, 207, 219, 223, 225, 162, 170, 190-196, 144а, 144б, 146а, 146б, 146в, 146г, 146є, 146, 119-147, 125а, 130а, 130б, 130г, 135, 136а, 136г, 128, 130, 118, 123, 124, (парні 198-208, непарні із 241-431), Корнійчука, Красівського, Крива, Кривоноса, Крука, Курінного Чорноти, Левинського, Левицького, Лемківська, Ленкавського, Лісова, Лугова, Львівська, Мазепи 45, 48, 52, 56, 57, 59, 61, 66, 70, 73, 74, 83-159, 114-162б, 136б, 160а, 165, 137, 179, 167, 169, 171, 173, 375д, Макаренка, Макухи, Матейки, Медична, Національної Гвардії, Низова, Озаркевича, Опришівецька, Південний Бульвар 28, 29, 30а, 30, 31, 31а, 33, 33б, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 44, Підліткова, Переяславська, Петлюри, Польова, Проектна, Профспілкова, Ребета, Республіканська, Рильського, Романчука, Січинського, Сабата, Саєвича, Світла, Семенчука, Сковороди, Слави Стецько, Снігуровича, Солотвинська, Сорохтея, Спільна, Спокійна,

Стахановський, Сухомлинського, Тельмана, Технічна, Тиха, Товарна, Трудова, Фіголя, Фучика, Целіноградська, Челюскінців, Червоного Хреста, Чорновола 34а-84, 62, 63-83, 121-139, 125, 128а, 132, 134а, 134б, 136, 138-146, 150, 96, 89, 93, 94-126, 101, 102а, 103, 104, 134, 115, 117, 117а, 117б, 119, 119а, 143, 153, 161, Шевченка, Шкільна, Шота Руставеллі, Шухевича, Ясінські.

Е.2. До території обслуговування Івано-Франківської міської поліклініки № 2 відносяться вулиці та житлові будинки: Андрія Палія 1-14, Барвиста 3, 14, 15, 19а, 27, 29а, 33, 64, Бельведерська 2а, 3а, 4а, 13а, 25а, 26а, 29а, 35а, 40а, 1-47, 49, 48-58 (парні), 51-63 (непарні), Берегова 1-3, 35 (непарні), 1а, 5а, 7а, 9а, 11а, 11б, 22а, 25а, 26а, 28а, 29а, 31а, 31б, 5б, 34, 34а, 34б, 2-32 (парні), Бобикевича 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 61, Богунська 1, 2а, 3, 3а, 4, 4а, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 16, 17, 17а, 18, 19, 19а, 2, 21, 23, 25, Ботавіна 1, 3, Буковинська 2, 10, 12, 14, 16, 18, Войцюка 4, 6, 10, 12, 14, 16, 18а, 20, 21, 21а, 55, Воїнів Інтернаціоналістів 3а, 4, 8, 6, 6а, 7, 8а, 10а, 28а, Василя Січка 5, 6, 7, 8, Валова 2, 3, 4, 8, 8а, 10, Василянок 30а, 33а, 43а, 45а, 47а, 60а, 62а, 24-60 (парні), 37-47 (непарні), 3, 4а, 5, 6а, 7, 8, 8а, 9а, 11, 11а, 12а, 15а, 16а, 16б, 34, 35, 54, 62, 64, 66, 66а, 68, Витвицького 1, 2, 4, 7, 8-10, 8 а, 24, 28, 30, 28а, Вишневецького 1, 2, 2а, 3, 3а, 4, 6, 7, 7а, 8, 9, 10, 11, 12, 12 а, 13, 14, 15, 16, 16а, 17, 18, 19, 20, 22, Вовчинецька 1-69 (непарні), 2-34 (парні) 2 а, 4 а, 4 б, 14 а, 17а, 18 а, 18 б, 47 а, 49 а, Володимира Великого 7, 9, 10, 10 а, 10 б, 10 в, 11, 12, 12а, 12 в, 13, 14, Вороного 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 11 а, 12, 13, 14, 14 а, 16, 16 а, Галицька 19, 23, 28 а, 32, 34а, 38, 42, 42 а, 46, 47, 48, 48 а, 49, 50, 50 а, 51, 51 а, 52, 53, 54, 56, 56 а, 58, 64 а, 64 б, 64 в, 99, 105, 34-64, 45-65 (непарні), 63 а, 20-28 (парні), 36, 36 в, 67-93 (непарні), 80-88, 80 а, 80 б, 90 б, 92, 94, 96, 96 а, 96 б, 98, 100, 100 б, 104, 106, 109, 109а, 111, 112, 112 а, 112 б, 114-122, 114 а, 116, 116 а, 117, 118, 118 а, 119, 120, 121, 124, 126, 128, 120 а, 124 а, 130-138 (парні), 112 в, 112 д, 115, 123, 127 (непарні), 119 а, 140, 142, 144, 141, 145, 145а, 145б, 147, 149, 163, 167, 169, 201, 203, 201, Гаморака 26, 28, Гарбарська

11-39, 14, 16-24, Гімназійна 4, 6, 8, 23, Глібова 4, 6, 6 а, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 24 а, 26, Горбачевського 1, 2-8, 4 а, 7, 9, 9 а, 14, 10-13, 15-98, 50, 110, 89 а, 96 а, Демянів лаз 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11а, Деповська 1-69, 71, 77, 81, Дністровська 2, 4, 15, 20, 22, 45, 47, 49, 53, 55, 63, 65, Добролюбова 5, 5 а, Довбуша 3-9, 4-14, Довга 1-27 (непарні), 2-26 (парні) 11 а, 18 а, 18 б, 20 а, 26 а, 41 а, 41 б, 42 а, 45 а, 45 б, 43 а, 43 в, 43 б, 46 а, 62 а, 96 а, 35-85, 40-98, Достоевського 3, 5, 6, 7, 8, 8а, 9, 10, 10а, 11, 12, Дучимінської 5, 9, 11, 11а, 15, 17, 19, 21, 29, 31, 33, 37, Євшана 1, 5, 7, 11, 9, 10, Заболотівська 5, 7, 11, 12, 13, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, Загвздянська 2, 4, 4а, 5, 6, 9, Заклинських 1, 1 а, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 7 а, 8, 9, 11, 13, 24, Запоріжська 2-20, 1-15, Звязкова 5, 6, 7, 8, 9, 11, 18, 20, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, Івасюка 56, 58, 78, Ірчана 3, 6, 7, 10, Калуське шосе 15, Карпатська 1-13, 14, 15-100, 3 а, 3 б, 6 а, 9 а, 10 а, 15 а, 31 а, 31 б, Каховська 16, 18, 18а, Княгинин 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 18 а, 19, 21, 21 а, 22 а, 22 б, 22, 24 г, 25, 26, 26 а, 27, 28 а, 28 б, 30, 31, 32, 34, 41 а, 43, 45, 47, 55, 56, Кобилянської 6-52, 3-55, Кобринської 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, Ковальська 3-11 а, Козацька 1-17, Короленка 3-7, Короля Данила 4 а, 14 а, 14 б, 14 в, 16 а, 16 б, 18, 22 а, 24, 30 а, 16 в, 19, 22-30 (парні), Косівська 7, 4-32, Коцюбинського 5, 6, 7, 8, 9, 9 а, 10, 12, 14, 14 а, 16, 17, 24, 26, Кравецька 12, 16, Кравченко 3, 5, 7, 9, 11 а, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 29, 31, 35, 37, 39, Кулібіна 1, 2, 3, 5, 7, Купчинського 1, 3, 4, 5 ,6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, Курівця 8, 12, 18, Левицького (вся), Лермонтова 2-50, 5-31, Лозова 4, 7, 9, 10, Макогона 6-34, 3-23, Маланюка 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8 а, 9, 10, 11, 11 а, 12, 12 а, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 24 а, 25, 25 а, 26, 27, 27 а, 29, 29 а, 31, Манюха 1, 2, 3, 4, 5, 10, 13, 15, 17, 19, Марка Вовчка 12, 15, 17, 19, 21, 22, 22 а, 23, 24, 30, 33, 35, Мартовича 1, Меморіальна 4, 6, 11 а, Мечнікова 2, 5, Миру 10 а, 11 а, 17 а, 28 а, 40 а, 42 а, 57 а, 63 а, 67 а, 1-67а (непарні), 2-82 (парні), Млинарська 1-33, 2 а, 8 а, 10 а, 34-36, 50, 36 а, 50 а, 28 а, 50, 38-48 (парні), 15 а, 28 а, 38 а, 38 б, 40 а, 15, 17, 17 а, Молодіжна 1, 2, 39, 41, 43, 45, 32, 34, 36, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 62, 55, 44 а, 52 а, 52 б, Моршинська 3, 5, 7, 8, 9, 12, Набережна 20-28 (парні), 23, 2-4, 8-18 (парні), 30-42 а (парні),

2 а, 2 б, 2 в, 4 а, 30 а, 34 а, 34 б, 38 б, 38 а, 40 а, 6, 6 а, Надвірнянська 1-24, 3 а, 10 а, Надрічна 2, 4 а, 4 б, 6 а, 8, 10, 12, 14, 16, 16 а, 20, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 42, 46, 48, 54, 54 а, Нескорених 2, 2 а, 2 б, 3, 4, 5, 10, 14, Низова 3, 3 а, 4, 4 а, 4 б, 9, 11, Новгородська 4, 6, 6 а, 7, 7 а, 9, 9 а, 10, 12, 15, 15 а, 16, 25, 30, 31, 32, 33, 34, 45, 47, 55, Озерна 1, 3, 4, 5, 13, 15, 17, Олесницького 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, Ольжича 2 а, 4, 6, 8, 12, 12 а, 13, Осипенка (всю), Пилипа Орлика 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 29, 10 б, 10 а, Панаса Мирного 4, 4 а, 12, 14, Паркова 4, 6, 8, Пасічанська 24, 24 а, 30, 30 а, 36, 22, 22 а, Пасічна 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 а, 11, 12, 12 а, 13-15, 16, 17, 18, 20, 21, 10, 22, 30-86, 88, 30 а, 38 а, 56 а, 84 а, Пашницького 2, 5, 6, 7, 8, 28, 39, 40, 41, 41а, 43, 45, 47, 49, Пекарська 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 14, 15, 17, Перехідна 2 а-20, Південний Бульвар 20, 23, 24 а, 24 б, 22, Північний Бульвар 1-11 (непарні), 1 а, 3 а, 4, 4 а, 5 а, 5 б, 6, 7 а, 8, 8 а, 9 а, 10, 12, 24 а, Подольська 35-47, 56-62, Покутська 1-11, Привокзальна 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 24, Пролетарська (вся), Промислова 1 а, 1 б, 2 а, 3 а, 4 а, 6 а, 7 а, 11 а, 11 б, 31 а, 2, 1-31, 4-12 (парні), 12 а, Прутська 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, Пулюя 1-7, 7 а, 7 б, 6 а, 8, 9, 10, 10 а, 9 а, 12, 13, 13 а, 14, 15, 15 а, 16, Ремісничка 2-28, Селянська 1-28, Серікова (вся), Симакова (вся), Січеславська 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 11 а, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26 Словянська 1 а, 2, 4, 6, 8, 11, 15, 16, 18, 20, 22, 36, 38, 39, 42, 44, Сніжна 2-51, Сонячна 8, 9, 28, 42 а, 44 а, 49, 51 а, 54, 55, 62, Спортивна 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 24, 26, 29, 30, 31, 32, Старицького 1-12, Тарнавського 1, 2, 3, 4, 7, 9, 11, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 24 а, 27, 28 а, 28, 29, 29 а, 30, 30 а, 31, 32, 33 а, 34, 36, 36 а, 36 б, 40, 42, Тичини 3, 8, 8 а, 19 а, 20, 21, 43, 31, 46 а, 48, 53, 55, 55 а, 57, 59, 61, 61 а, 63 Трильовського 2, Тролейбусна 1-8, 6 а, 7 а, 9, 10, 10 а, 10 б, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 17 а, 19, 19 а, 43, 18, 22, 24, 26, 28, Угорницька 14, 16, Угорська 5, 6, 6 а, Української Дивізії 8 а, 8 б, 29-31, Українська 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, Ушинського 40/1, Федьковича 17, 19, 23, 25, 25 а, 34, 36, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 58, 60, 62, 66, 68, 70, 70 а, 70 б, 90, 7, 7 а, 7 б, 108 а, 112, 114 а, 132 а, 132 б, 43-69, 71-87 (непарні), 91-138, 88 (парні)

Флотська (вся), Хіміків 1, 2, 4, 6, 8, 6/1, 6/2, 4 а, 4 б, 4 в, 15, 17, 19, 23, 21, 25, 15 а, 17 а, 17 б, 17 в, 19 а, 19 б, 15 б, Хотинська 2, 8, 9, 10, 12, 25, 29, 31, 33, 35, 41, 47, 57, 57а, Хоткевича 17-63 (непарні), 2-42 (парні), 1-15 (непарні), 1а, 2а, 2б, 2в, 3а, 18а, 29а, 31а, 33а, 35а, 38а, 40/1, 40в, 42а, 63а, 46, 48, 46/1, 46/2, 46/3, 44а, 44д, 44г, 44г/2, 44/3, 44/4, 44/5, 46/4, 46/5, 48/1, 48/2, 48/3, 50, 50/1, 50/2, 50/3, 52, 52/1, 52/2, 52/3, 52/4, 44в, 54/1, 54/2, 54/3, 54/4, 85, 85/1, 85/2, 85/3, 54, 65а, 67а, 67а/1, 67а/2, 67а/3, 75а, 75а/1, 75а/2, 75а/3, 65, 67, 75, Целевича 1а, 2а, 2б, 3а, 3б, 5а, 14а, 18а, 36а, 36б, 20а, 1-100, Церковна 1-60, Циганкова 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, Цюлковського 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 32, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 44, 46, 54а, 58, Чиста 2а, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 10а, 10в, 10г, 10б, 11, 11а, 12, 14, 14а, 18а, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 28а, 30, 32, 34, Шкільна 5, 16а, Шопена 2, 4, 6, 8, 9, 5, 7, 3, Яновича 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, Ясна 2, 3, 5, 8, 9, 10.

Е.3. До території обслуговування Івано-Франківської міської поліклініки № 3 відносяться вулиці та житлові будинки: Бандери Степана 2-14, 7-11а, 15-19, 25-39, Бачинського (вся), Білозіра (вся), Борковського 3, 5, 7, 9, Вагілевича (вся), Вербицького (вся), Вербова (вся), Верховинська (вся), Вірменська (вся), Вітовського (вся), Вічевий Майдан (весь), Галицька 1-41, 2-16, Гаркуші (вся), Героїв Крут (вся), Героїв Пожежників (вся), Герцена (вся), Глінки (вся), Гнатюка (вся), Головатого (вся), Грома (вся), Грушевського (вся), Грюнвальдська (вся), Данилевського (вся), Декабристів (вся), Деповська 81-123, 86-220, Дмитерка (вся), Софрона (вся), Донцова (вся), Драгоманова (вся), Залазнична (вся), Зелена (вся), Ілленка (вся), Калнишевського (вся), Карпінця (вся), Кисілевської (вся), Ковалевської (вся), Кондукторська (вся), Коновальця 77, 95, Коперніка (вся), Котляревського (вся), Кошового (вся), Крива (вся), Кримська (вся), Крушельницької (вся), Курбаса (вся), Леонтовича (вся), Лепкого (вся), Лисенка (вся), Мазепи 1-29, 35, 35а, 2-42, Мартинця сотника (вся), Матієва-Мельника (вся), Мельника (вся), Мельничука (вся), Менделєєва (вся), Микитинецька (вся),

Микитинецький провулок (весь), Мирона (вся), Міхновського (вся), пл. Міцкевича (вся), Мочульського (вся), Надвірнянська 30-34, Нафтова 5, 7б, 15, Незалежності (вся), Нова 5, 9-19б, 41, 4-8, 12, 16-40, Об'їздова (вся), Одеська (вся), Опільського (вся), Островського (вся), Павлика (вся), Патона (вся), Підгірянки (вся), Поперечна (вся), Привокзальна 3, 9, Простора (вся), Репіна (вся), Ринок площа (вся), Рівна (вся), Робоча (вся), Розумовського (вся), Ромен Ролана (вся), Руднева (вся), провулок Садовий (ввесь), (вся), Самійленка (вся), Сахарова 3-37, 2-34, 34а, 38а, Сеченова (вся), Сірика (вся), Січових Стрільців (вся), Сліпого Йосипа (вся), Сосенка (вся), Станіславська (вся), Стефаника (вся), Страчених (вся), Танкістів (вся), Тесленка (вся), Тисменицька (вся), Токарська (вся), Толстого (вся), Тринітарська 7, Труша (вся), Тургенєва (вся), Угорницька 1-12, 12а, 12/1, 12/2, 15, парні: 4, 6, 8, 10а, непарні: 3, 19, 21а, Українки Лесі (вся), Франка (вся), Хриплинська 9-115, Ципки (вся), Чайковського (вся), Червоний провулок (ввесь), Черемшини (вся).

Е.4. До території обслуговування Івано-Франківської міської поліклініки № 4 відносяться вулиці та житлові будинки: Артемовича (вся), Андрусяка (вся), Будівельний провулок (ввесь), Бокатчука (вся), Біла (вся), Вишнева (вся), Вільна (вся), Вінницька (вся), Вінницький провулок (ввесь), Весела (вся), Вовчинецька 52, 52а, 60, 62, 64, 68, 76, 76а, 77, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 93, 95, 97, 97а, 98, 100, 101, 108, 110, 111, 111а, 111б, 112, 115, 116, 119, 119а, 121, 122, 122а, 122б, 124, 124/1, 124/2, 126, 128, 129, 139, 139а, 139б, 140, 140а, 142, 147, 149, 152, 156, 157, 159, 161, 163а, 165, 167, 170, 172, 174, 176, 178, 178а, 182, 184, 185, 186, 187, 189, 191, 192, 192абв, 193, 194 (а, б, в), 195, 196, 198, 200, 202, 203, 205, 206, 207, 208, 208а, 209, 211, 213, 215, 215а, 221б, 221в, 221д, 221е, 221г, 223г, Виговського (вся), Голуба (вся), Гуцульська (вся), Гоголя (вся), Героїв УПА (вся), Докучаєва (вся), Далека (вся), Дружби (вся), Затишна (вся), Заньковецької (вся), Івана Павла II 4, 6, 8, 9, 10, 12, 16, 17, 18, 19, 19а, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 30, Івасюка 7, 9, 11, 24,

26, 26а, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 50, 50а, 50б, 50в, 52, 54, Кропивницького (вся), Каменярів (вся), Коломийська (вся), Космічна (вся), Квітки Основ'яненка (вся), Лучна (вся), Любачівського (вся), Максимовича (вся), Малицької (вся), Молдавська (вся), Миру 69, 71, 71а, 71а/1, 71а/2, 79, 79а/1, 79а/2, 84, 87/1, 87/2, 88, 89, 90, 99, 100/1, 100/2, 101/1, 101/2, 102, 103, 103, 103/1, 103/2, 103.3, 104, 105, 106, 108, 110/1, 110/2, 112/1, 112/2, 113/1, 113/2, 113/4, 114, 115/1, 115/2, 115/3, 116/1, 118, 118/1, 120/1, 120/2, 122, 122/1, 122/2, 126, 130, 132, 134/1, 134/2, 136/1, 136/2, 138, Молодіжна 40, 42, Миколайчука 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15а, 16, 17, 17а, 17б, 17в, 18, 19, 20, 20а, 20б, 22, 24, 26, 30, Надрічна 221а, 223, Некрасова (вся), Новий Світ (вся), Огарьова (вся), Карбінського (вся), Патріарха Володимира (вся), Пстрака (вся), Полотнюків (вся), Приживальського (вся), Паркова 14, 18, 18а, 18в, 20, Полтавський провулок (ввесь), Радищева (вся), Сагайдачного (вся), Софіївський провулок (ввесь), Софіївка (вся), Семеренка (вся), Стрийська (вся), Стуса 7, 9, 11, 11а, 13, 15, 15а, 17, 19, 21, 23, 25, 28, 30/2, 35, 37, 37б, 41, 43, 45, 24 Серпня 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 7а, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 26а, 28/1, 28/2, 32, 46, 54а, 67, Симоненка 2, 3б, 4, 5, 5а, 6, 7, 7а, 8, 9, 9а, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 24а, 24б, 28, 30, 31, 32, 33а б, в, 34, 35, 37, 39, 41, 43, 45, Трачів (вся), Урожайна (вся), Ужгородська (вся), Хмельницького 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 10а, 10б, 11, 11а, 12, 14, 15, 15а, 16, 18, 19, 20, 24, 24а, 25а, 26, 28, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 44, 46, 40б, 40в, 40г, 41, 43, 45, 47, 48, 49, 50, 50а, 51а, 51, 51б, 51в, 51г, 51д, 51с, 54, 55, 57а, 59, 60, 60а, 63, 62, 64, 65, 66, 68, 68а, 69, 70, 70а, 72, 78, 82, 82/1, 82/2, 82/3, 82/4, 84, 84/1, 84/2, 86, 88, 92, 92а, Харківська (вся), Хоткевича 67, 69, 71, 73, 75, 77, 79, 81, 83 (без буквених знаків).

Додаток Є

Текст програми моніторингу ЕМП, створеної на мові MapBasic

```

Include "mapbasic.def"
Include "menu.def"
Declare Sub Main
Declare Sub Open
Declare Sub NewPoint
Declare Sub Undo
Declare Sub EditTable
Declare Sub ForYes
Declare Sub ForCancel
Declare Sub EditPoint
Declare Sub Change
Declare Sub Check
Declare Sub SavePoint
Declare Sub AvgMap1
Declare Sub MaxMap1
Declare Sub AvgMap2
Declare Sub MaxMap2
Declare Sub SaveAll
Declare Sub theEnd
  Dim N, Nt As Integer
  Dim Street, Description, Num As String
  Dim Mavg, Mmax, Eavg, Emax, Mnew, Enew, M1, E1, M2, E2 As Float

```

Sub Main

```

Create Menu "Нова точка спостереження" As
  "Додати нову точку спостереження" Calling NewPoint,
  "Внести дані у таблицю" Calling EditTable

Create Menu "Редагувати експериментальні дані" As
  "Нова точка спостереження" As "Нова точка спостереження",
  "Редагувати дані про точки спостереження" Calling EditPoint,
  "Відмінити" Calling Undo,
  "Зберегти зміни" Calling SavePoint

Create Menu "Поверхнева густина потоку енергії" As
  "Середні значення" Calling AvgMap1,
  "Максимальні значення" Calling MaxMap1

Create Menu "Напруженість електричної складової ЕМП" As
  "Середні значення" Calling AvgMap2,
  "Максимальні значення" Calling MaxMap2

Create Menu "Побудова карт" As
  "Поверхнева густина потоку енергії" As "Поверхнева густина потоку енергії",
  "Напруженість електричної складової ЕМП" As "Напруженість електричної
складової ЕМП",
  "Зберегти" Calling SaveAll

```

```

Create Menu "Моніторинг ЕМП" As
  "Відкрити експериментальні дані" Calling Open,
  "Редагувати експериментальні дані" As "Редагувати експериментальні дані",
  "Побудова карт" As "Побудова карт",
  "(-",
  "Вихід" Calling theEnd

```

```

Alter Menu Bar Remove ID 6, ID 7
Alter Menu Bar Add "Моніторинг ЕМП", ID 6, ID 7

```

end sub

Sub Open

```

Open Table "Water" As Water Interactive
Open Table "Railway" As Railway Interactive
Open Table "Point" As Point Interactive
Open Table "Roads" As Roads Interactive
Map From Point,Railway,Water,Roads,Water
  Position (1.72917,0) Units "in"
  Width 8.20833 Units "in" Height 6.25 Units "in"
Set Window FrontWindow() ScrollBars Off Autoscroll On Enhanced On Smooth Text Antialias
Image High
Set Map
  CoordSys NonEarth Units "m"
  Center (19994.70357,71119.51492)
  Zoom 7009.4173 Units "m"
  Preserve Scale Display Zoom
  Distance Units "m" Area Units "sq m" XY Units "m"
  Distance Type Cartesian
Set Map
  Layer 1
    Display Global
    Global Pen (1,2,0) Brush (2,16777215,16777215) Symbol (34,0,5) Line (1,2,0) Font ("Arial
CYR",0,9,0)
    Label Line Arrow Position Right Auto Retry On Font ("Arial CYR",0,8,0) Pen (1,2,0)
    With Номер_точки
    Parallel On Auto On Overlap Off Duplicates On Offset 2
    Visibility On
  Layer 2
    Display Global
    Global Pen (1,2,0) Brush (2,16777215,16777215) Symbol (35,0,12) Line (1,74,16777215)
Font ("Arial CYR",0,9,0)
    Label Line Arrow Position Right Font ("Arial CYR",0,9,0) Pen (1,2,0)
    With Id
    Parallel On Auto Off Overlap Off Duplicates On Offset 2
    Visibility On
  Layer 3
    Display Graphic
    Global Pen (1,2,0) Brush (2,16777215,16777215) Symbol (35,0,12) Line (1,2,0) Font ("Arial
CYR",0,9,0)
    Label Line Arrow Position Above Font ("Arial CYR",0,9,0) Pen (1,2,0)

```

With ID
 Parallel On Auto Off Overlap Off Duplicates Off Offset 2
 Visibility On
 Layer 4
 Display Graphic
 Global Pen (1,2,0) Brush (2,16777215,16777215) Symbol (35,0,12) Line (1,2,0) Font ("Arial
 CYR",0,9,0)
 Label Line None Position Center Font ("Arial CYR",0,12,0) Pen (1,2,0)
 With вулиця
 Parallel On Auto On Overlap Off Duplicates On Offset 2
 Visibility On
 Object 301 Anchor (18359.769443848043,69536.461829276319) Angle 81.2
 Object 306 Anchor (17722.9954495985,68977.263115362613) Angle 6.6
 Object 3 Anchor (19399.856773823467,68460.718593265658) Angle 270.8
 Object 298 Anchor (20918.220838066165,70425.112389898437) Angle 348.1
 Object 299 Anchor (22414.445180798204,70074.097387644346) Angle 349.2
 Object 305 Anchor (18317.019737383893,70313.842414771178) Angle 50.5
 Object 297 Anchor (21614.617176107851,71834.404040206369) Angle 269.8
 Object 304 Text "вул. Набережна" Anchor (17785.753491813102,72054.10873980858)
 Angle 50
 Object 135 Anchor (20556.323150535754,72262.332098941639) Angle 42.5
 Object 308 Anchor (18464.194808534819,73163.192560382551) Angle 313.2
 Object 296 Anchor (19965.542553435807,73403.835891773502) Angle 20.7
 Layer 5
 Display Graphic
 Global Pen (1,2,0) Brush (2,16777215,16777215) Symbol (35,0,12) Line (1,2,0) Font ("Arial
 CYR",0,9,0)
 Label Line Arrow Position Above Font ("Arial CYR",0,9,0) Pen (1,2,0)
 With ID
 Parallel On Auto Off Overlap Off Duplicates Off Offset 2
 Visibility On
 Set Map Layer 1 Editable
 Set Window FrontWindow() Title "Моніторинг електромагнітного поля"
 Set Window FrontWindow() Printer
 Name "STATNOVAPDF" Orientation Portrait Copies 1
 Papersize 9

end sub

Sub NewPoint

Run Menu Command M_TOOLS_POINT

end sub

Sub EditPoint

Dialog

Title "Заміна даних точки спостереження"

Control StaticText

Title "Введіть номер точки спостереження:"

Position 10, 15

Control EditText

Into Nt

Position 200, 15

```

Control StaticText
Title "Введіть значення густини потоку енергії ЕМП:"
Position 10, 30
Control EditText
Into Mnew
Position 200, 30
Control StaticText
Title "Введіть значення напруженості ЕМП:"
Position 10, 45
Control EditText
Into Enew
Position 200, 45
Control OKButton
Control CancelButton
Title "Відмінити"
If CommandInfo(CMD_INFO_DLG_OK) Then
call Check
Else
Call forCancel
End If

```

end sub

Sub Check

```

N=TableInfo("Point", TAB_INFO_NROWS)
If Nt>N Then
Note "Не існує точки спостереження номер" & Nt
Else Call Change
End If

```

End Sub

Sub Change

```

Fetch Rec Nt From Point
M1=Point.M_ser
M2=Point.M_max
E1=Point.E_ser
E2=Point.E_max

If
Mnew>=M2 then
Update Point set col6=Mnew Where Rowid=Nt
Note "Змінено максимальне значення" & chr$(10) & "густини потоку енергії у точці "&
chr$(5) & Nt
Else
Update Point set col5=(Mnew+M1)/2 Where Rowid=Nt
Note "Змінено середнє значення" & chr$(10) & "густини потоку енергії у точці "& chr$(5)
& Nt
End If

```

```

If
Enew>=E2 then
Update Point set col8=Enew Where Rowid=Nt

```

```
Note "Змінене максимальне значення" & chr$(10) & "напруженості ЕМП у точці "& chr$(5)
& Nt
```

```
Else
```

```
Update Point set col7=(Enew+E1)/2 Where Rowid=Nt
```

```
Note "Змінене середнє значення" & chr$(10) & "напруженості ЕМП у точці "& chr$(5) & Nt
```

```
End If
```

```
End Sub
```

Sub EditTable

```
Dialog
```

```
Title "Внесення даних про точку спостереження"
```

```
Control StaticText
```

```
Title "Введіть назву вулиці:"
```

```
Position 10, 15
```

```
Control EditText
```

```
Into Street
```

```
Position 200, 15
```

```
Control StaticText
```

```
Title "Введіть номер будинку:"
```

```
Position 10, 30
```

```
Control EditText
```

```
Into Num
```

```
Position 200, 30
```

```
Control StaticText
```

```
Title "Введіть середнє значення густини потоку енергії ЕМП:"
```

```
Position 10, 45
```

```
Control EditText
```

```
Into Mavg
```

```
Position 200, 45
```

```
Control StaticText
```

```
Title "Введіть максимальне значення густини потоку енергії ЕМП:"
```

```
Position 10, 60
```

```
Control EditText
```

```
Into Mmax
```

```
Position 200, 60
```

```
Control StaticText
```

```
Title "Введіть середнє значення напруженості ЕМП:"
```

```
Position 10, 75
```

```
Control EditText
```

```
Into Eavg
```

```
Position 200, 75
```

```
Control StaticText
```

```
Title "Введіть максимальне значення напруженості ЕМП:"
```

```
Position 10, 90
```

```
Control EditText
```

```
Into Emax
```

```
Position 200, 90
```

```
Control StaticText
```

```
Title "Введіть опис місця спостереження:"
```

```
Position 10, 105
```

```

Control EditText
Into Description
Position 220, 105
Control OKButton
Control CancelButton
Title "Відмінити"
If CommandInfo(CMD_INFO_DLG_OK) Then
call forYes
Else
Call forCancel
End If

```

End Sub**Sub forYes**

```

N=TableInfo("Point", TAB_INFO_NROWS)
Update Point Set col1=N, col2=Street, col3=Num, col5=Mavg, col6=Mmax, col7=Eavg,
col8=Emax Where RowId=N
note "Створена точка спостереження" & chr$(10) & "під номером" & chr$(10)& N
end sub

```

Sub ForCancel

```

note "Зміни не були внесені"
End Sub

```

Sub SavePoint

```

Commit Table Point
End Sub

```

Sub Undo

```

Rollback Table Point
End Sub

```

Sub SaveAll

```

Run Menu Command M_FILE_SAVE_WORKSPACE
End Sub

```

Sub theEnd

```

Close All Interactive
End Program
End Sub

```

Sub AvgMap1

```

Create Grid from Point with M_ser into "D:\DIS\Point_M_ser.mig"
type "mig.ghl"
CoordSys NonEarth Units "m"
Bounds (-8895183129.29, -8895125831.21) (8895216109.28, 8895273407.36)
inflect 4 at
RGB(255, 255, 255) : 0 RGB(255, 255, 0) : 2 RGB(255, 0, 0) : 10 RGB(128, 64, 0) : 100 round
0.1 # use 3 # cell min 102 interpolate with "TIN" version "100" using 7 "BORDER": "0" "CELL

```

SIZE": "60.1" "DISTANCE": "37" "EXPONENT": "2" "FEATURE ANGLE": "25"
 "SEARCH RADIUS": "50" "TOLERANCE": "0.005"

Open Table "D:\DIS\Point_M_ser.TAB" Interactive

add map layer Point_M_ser

Set map

Order Layers 1 DestGroupLayer 0 Position 6

Set Map Layer 1 Editable

set legend

layer 6

display on

shades on

symbols off

lines off

count off

title "Густина потоку енергії електромагнітного поля" Font ("Arial CYR",0,10,0)

subtitle "(середні значення)" Font ("Arial CYR",0,8,0)

ascending on

ranges Font ("Arial CYR",0,10,0)

"0-2.5 мкВт/см2" display on ,

"2.5-10 мкВт/см2" display on ,

"10-100 мкВт/см2" display on,

auto display off

Set Window FrontWindow() Title "Моніторинг ЕМП"

Set Map

Layer 1

Label Line Arrow Position Right Auto Retry On Font ("Arial CYR",0,8,0) Pen (1,2,0)

With M_ser

Parallel On Auto On Overlap Off Duplicates On Offset 2

Visibility On

Set Window FrontWindow() Printer

Name "STATNOVAPDF" Orientation Portrait Copies 1

Papersize 9

Create Cartographic Legend

Position (9.03125,0.3125) Units "in"

Width 4.10417 Units "in" Height 1.28125 Units "in"

Window Title "М сер"

Portrait

Style Size Large

Frame From Layer 6

Border Pen (0,1,0)

Set Window FrontWindow() Printer

Name "STATNOVAPDF" Orientation Portrait Copies 1

Papersize 9

End Sub

Sub MaxMap1

Create Grid from Point with M_max into "D:\DIS\Point_M_max.mig"

type "mig.ghl"

CoordSys NonEarth Units "m"

Bounds (-8895183129.29, -8895125831.21) (8895216109.28, 8895273407.36)
 inflect 4 at
 RGB(255, 255, 255) : 0
 RGB(255, 255, 0) : 2
 RGB(255, 0, 0) : 10
 RGB(128, 64, 0) : 100
 round 0.1 # use 3 # cell min 102 interpolate with "TIN" version "100" using 7 "BORDER": "0"
 "CELL SIZE": "60.1" "DISTANCE": "37" "EXPONENT": "2" "FEATURE ANGLE": "25"
 "SEARCH RADIUS": "50" "TOLERANCE": "0.005"
 Open Table "D:\DIS\Point_M_max.TAB" Interactive
 add map layer Point_M_max
 Set map
 Order Layers 1 DestGroupLayer 0 Position 6

Set Map Layer 1 Editable
 set legend
 layer 6
 display on
 shades on
 symbols off
 lines off
 count off
 title "Густина потоку енергії електромагнітного поля" Font ("Arial CYR",0,10,0)
 subtitle "(максимальні значення)" Font ("Arial CYR",0,8,0)
 ascending on
 ranges Font ("Arial CYR",0,10,0)
 "0-2.5 мкВт/см2" display on,
 "2.5-10 мкВт/см2" display on,
 "10-100 мкВт/см2" display on,
 auto display off
 Set Window FrontWindow() Title "Моніторинг ЕМП"
 Set Map
 Layer 1
 Label Line Arrow Position Right Auto Retry On Font ("Arial CYR",0,8,0) Pen (1,2,0)
 With M_max
 Parallel On Auto On Overlap Off Duplicates On Offset 2
 Visibility On

Set Window FrontWindow() Printer
 Name "STATNOVAPDF" Orientation Portrait Copies 1
 Papersize 9
 Create Cartographic Legend
 Position (9.03125,0.3125) Units "in"
 Width 4.10417 Units "in" Height 1.28125 Units "in"
 Window Title "М макс"
 Portrait
 Style Size Large
 Frame From Layer 6
 Border Pen (0,1,0)
 Set Window FrontWindow() Printer
 Name "STATNOVAPDF" Orientation Portrait Copies 1
 Papersize 9

End Sub**Sub AvgMap2**

```

Create Grid from Point with E_ser into "D:\DIS\Point_E_ser.mig"
type "mig.ghl"
CoordSys NonEarth Units "m"
Bounds (-8895183129.29, -8895125831.21) (8895216109.28, 8895273407.36)
  inflect 4 at
    RGB(255, 255, 255) : 0
    RGB(255, 255, 128) : 3
    RGB(255, 0, 0) : 6
    RGB(223, 32, 32) : 12
round 0.1 # use 3 # cell min 102 interpolate with "TIN" version "100" using 7 "BORDER": "0"
"CELL SIZE": "60.1" "DISTANCE": "37" "EXPONENT": "2" "FEATURE ANGLE": "25"
"SEARCH RADIUS": "50" "TOLERANCE": "0.005"
Open Table "D:\DIS\Point_E_ser.TAB" Interactive
add map layer Point_E_ser
Set map
Order Layers 1 DestGroupLayer 0 Position 6

Set Map Layer 1 Editable
set legend
  layer 6
    display on
    shades on
    symbols off
    lines off
    count off
    title "Напруженість електричної складової ЕМП" Font ("Arial CYR",0,9,0)
    subtitle "середні значення" Font ("Arial CYR",0,8,0)
    ascending on
    ranges Font ("Arial CYR",0,8,0)
      auto display off ,
      "0-3 В/м" display on ,
      "3-6 В/м" display on ,
      auto display off
Set Window FrontWindow() Title "Моніторинг ЕМП"
Set Map
  Layer 1
    Label Line Arrow Position Right Auto Retry On Font ("Arial CYR",0,8,0) Pen (1,2,0)
    With E_ser
    Parallel On Auto On Overlap Off Duplicates On Offset 2
    Visibility On

Set Window FrontWindow() Printer
Name "STATNOVAPDF" Orientation Portrait Copies 1
Papersize 9
Create Cartographic Legend
Position (9.03125,0.3125) Units "in"
Width 4.0 Units "in" Height 1.25 Units "in"

```

Window Title "E cep"
 Portrait
 Style Size Large
 Frame From Layer 6
 Border Pen (0,1,0)
 Set Window FrontWindow() Printer
 Name "STATNOVAPDF" Orientation Portrait Copies 1
 Papersize 9

End Sub

Sub MaxMap2

Create Grid from Point with E_max into "D:\DIS\Point_E_max.mig"
 type "mig.ghl"
 CoordSys NonEarth Units "m"
 Bounds (-8895183129.29, -8895125831.21) (8895216109.28, 8895273407.36)
 inflect 4 at
 RGB(255, 255, 255) : 0
 RGB(255, 255, 128) : 3
 RGB(255, 0, 0) : 6
 RGB(223, 32, 32) : 12
 round 0.1 # use 3 # cell min 102 interpolate with "TIN"
 version "100" using 7 "BORDER": "0" "CELL SIZE": "60.1" "DISTANCE":
 "37" "EXPONENT": "2" "FEATURE ANGLE": "25" "SEARCH RADIUS": "50"
 "TOLERANCE": "0.005"
 Open Table "D:\DIS\Point_E_max.TAB" Interactive
 add map layer Point_E_max
 Set map
 Order Layers 1 DestGroupLayer 0 Position 6

Set Map Layer 1 Editable
 set legend
 layer 6
 display on
 shades on
 symbols off
 lines off
 count off
 title "Напруженість електричної складової ЕМП" Font ("Arial CYR",0,9,0)
 subtitle "максимальні значення" Font ("Arial CYR",0,8,0)
 ascending on
 ranges Font ("Arial CYR",0,8,0)
 auto display off ,
 "0-3 В/м" display on ,
 "3-6 В/м" display on ,
 auto display off

Set Window FrontWindow() Title "Моніторинг ЕМП"
 Set Map
 Layer 1
 Label Line Arrow Position Right Auto Retry On Font ("Arial CYR",0,8,0) Pen (1,2,0)
 With E_max
 Parallel On Auto On Overlap Off Duplicates On Offset 2

Visibility On

Set Window FrontWindow() Printer

Name "STATNOVAPDF" Orientation Portrait Copies 1

Papersize 9

Create Cartographic Legend

Position (9.03125,0.3125) Units "in"

Width 4.0 Units "in" Height 1.25 Units "in"

Window Title "E макс"

Portrait

Style Size Large

Frame From Layer 6

Border Pen (0,1,0)

Set Window FrontWindow() Printer

Name "STATNOVAPDF" Orientation Portrait Copies 1

Papersize 9

End Sub

Додаток Ж

Акти впровадження результатів наукових досліджень управління соціальною складовою екологічної безпеки міських агломерацій в умовах електромагнітного випромінювання (на прикладі м. Івано-Франківська)

“Затверджую”

Директор ДУ «Івано-Франківський
обласний лабораторний центр
Держсанепідслужби України»
Савчук Руслан Миколайович



2016 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ результатів наукових досліджень

1. Назва пропозиції: «Управління соціальною складовою екологічної безпеки міських агломерацій в умовах електромагнітного випромінювання (на прикладі м. Івано-Франківська)».

2. Заклад, що його розробив, поштова адреса: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, кафедра безпеки життєдіяльності, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, 76019.

Джерела інформації:

1. Merdukh I. The Electromagnetic-Field Effect of Industrial Origin on the Cardio-Vascular System of Urban Land Inhabitants (Illustrated with an Example of Ivano-Frankivsk City, Ukraine) / Ivan Merdukh. // Geomatics and Environmental Engineering. – 2015. – № 9/3. – P. 45–68.

2. Мердух І. І. Вплив електромагнітних полів техногенного походження на урбосоціоекосистему м. Івано-Франківська / І. І. Мердух. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Екологічні засади збалансованого регіонального розвитку" Івано-Франківськ, 10-11 травня 2016 року. – 2016. – С. 210–213.

3. Мердух І. І. Моніторинг впливу електромагнітних полів техногенного походження на соціальну складову екологічної безпеки урбанізованої території м. Івано-Франківська / І. І. Мердух, Я. М. Семчук. // Матеріали ІV Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктів "Проблеми та перспективи розвитку охорони праці" в

рамках Всесвітнього дня охорони праці, 12 травня 2016 року, м. Львів. – 2016. – С. 74–76.

4. Пат. 76173 Україна, МПК А61В 5/02; А61В 10/00. Спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему людини / Мердух І.І., Лабій Ю.М., Крупчук Т.Ю. – № и 2012 07125; заявл. 12.06.2012 ; опубл. 25.12.2012, Бюл. № 24.

3. Де впроваджено: у роботу Івано-Франківського обласного лабораторного центру Держсанепідслужби України.

4. Термін впровадження: травень 2015 р. – серпень 2016 р.

5. Ефективність впровадження: виявлення існуючих проблем з перевищенням гранично припустимих норм електромагнітного випромінювання в межах урбанізованої території м. Івано-Франківська з метою розробки заходів з профілактики серцево-судинних захворювань мешканців урбанізованих територій міст.

6. Зауваження та пропозиції: рекомендувати до впровадження.

Відповідальний за впровадження:

Заступник директора ДУ «Івано-Франківський
обласний лабораторний центр
Держсанепідслужби України»



Томаш М.Я.

Завідувач лабораторії електромагнітних полів та інших
фізичних факторів



Кучера Т.В.

“Затверджую”

Директор ТДВ «Будівельно-монтажна фірма

Івано-Франківськбуд»

Броніцький Василь Миколайович



“8” 06 2016 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів наукових досліджень

7. Назва пропозиції: «Управління соціальною складовою екологічної безпеки міських агломерацій в умовах електромагнітного випромінювання (на прикладі м. Івано-Франківська)».

8. Заклад, що його розробив, поштова адреса: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, кафедра безпеки життєдіяльності, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, 76019.

Джерела інформації:

5. Merdukh I. The Electromagnetic-Field Effect of Industrial Origin on the Cardio-Vascular System of Urban Land Inhabitants (Illustrated with an Example of Ivano-Frankivsk City, Ukraine) / Ivan Merdukh. // Geomatics and Environmental Engineering. – 2015. – № 9/3. – P. 45–68.

6. Мердух І. І. Вплив електромагнітних полів техногенного походження на урбосоціоекосистему м. Івано-Франківська / І. І. Мердух. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Екологічні засади збалансованого регіонального розвитку" Івано-Франківськ, 10-11 травня 2016 року. – 2016. – С. 210–213.

7. Мердух І. І. Моніторинг впливу електромагнітних полів техногенного походження на соціальну складову екологічної безпеки урбанізованої території м. Івано-Франківська / І. І. Мердух, Я. М. Семчук. // Матеріали ІV Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктів "Проблеми та перспективи розвитку охорони праці" в рамках Всесвітнього дня охорони праці, 12 травня 2016 року, м. Львів. – 2016. – С. 74–76.

9. Де впроваджено: у роботу ТДВ «Будівельно-монтажна фірма Івано-Франківськбуд», ЄДРПОУ 01272433, адреса: 76018, м. Івано-Франківськ, вул. Галицька, 67.

10. Термін впровадження: травень 2015 р. – серпень 2016 р.

11. Ефективність впровадження: виявлення існуючих проблем з перевищенням гранично припустимих норм електромагнітного випромінювання в межах урбанізованої території м. Івано-Франківська з метою врахування показників напруженості електромагнітних полів техногенного походження радіочастотного діапазону під час виготовлення проектної документації містозабудови.

12. Зауваження та пропозиції: рекомендувати до впровадження.

Відповідальний за впровадження:

Головний інженер
ТДВ «Будівельно-монтажна фірма
Івано-Франківськбуд»



Насадик І.Я.

Директор «ЖЕО Новий дім»



Подолук М.І.

Додаток 3

Патент на корисну модель № 76173 «Спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему організму людини»



(11) **76173**(19) **UA**(51) МПК (2012.01)
A61B 5/02 (2006.01)
A61B 10/00

<p>(21) Номер заявки: u 2012 07125</p> <p>(22) Дата подання заявки: 12.06.2012</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.12.2012</p> <p>(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: 25.12.2012, Бюл. № 24</p>	<p>(72) Винахідники: Мердух Іван Іванович, UA, Лабій Юрій Михайлович, UA, Крупчук Тетяна Юріївна, UA</p> <p>(73) Власники: Мердух Іван Іванович, вул. Пулюя, 15, кв. 108, м. Івано-Франківськ, 76018, UA, Лабій Юрій Михайлович, вул. Низова, 4, кв. 2, м. Івано- Франківськ, 76018, UA, Крупчук Тетяна Юріївна, вул. Низова, 4, кв. 2, м. Івано- Франківськ, 76018, UA</p>
--	---

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ОЦІНКИ ВПЛИВУ СЕРЕДОВИЩА НА СЕРЦЕВО-СУДИННУ СИСТЕМУ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

(57) Формула корисної моделі:

1. Спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему організму людини, що включає багатократні заміри верхнього і нижнього артеріального тиску крові і частоти скорочень серцевого м'язу, який відрізняється тим, що числовий матеріал багатократних замірів верхнього і нижнього артеріального тиску крові і частоти скорочень серцевого м'язу обробляють методом регресійного аналізу і на основі вирахованого коефіцієнта r кореляції рівнянь регресії лінійної залежності частоти скорочень серцевого м'язу від артеріального тиску крові роблять висновок про вплив середовища на роботу серця людини, при цьому при вирахованому значенні r в межах $r < [0,5]$ констатують незначні навантаження на серце або їхню відсутність, а при значенні $r > [0,5]$ констатують кореляційну залежність частоти скорочень серцевого м'язу від артеріального тиску крові, значне навантаження на роботу серця людини і відповідні прояви гепатогенної дії на організм людини досліджуваної території.

2. Спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему організму людини за п. 1, який відрізняється тим, що достовірність відмінності частоти пульсу людини, що перебуває на території гепатогенної і контрольної зон, констатують методом варіаційної статистики.

UA 76173 U

Корисна модель належить до медицини і екології, а саме до оцінки впливу середовища на роботу серцево-судинної системи людини, і може застосовуватись як ефективний засіб контролю за дією середовища на здоров'я і працездатність людей: санітарно-епідеміологічними станціями, закладами оздоровлення та відпочинку туристів, а також будівельними і проектними організаціями.

Дослідження дії середовища на людину особливо важливе для виявлення гепатогенних зон (ГПЗ) - ділянок поверхні планети, в межах яких проявляється негативний вплив геомагнітного, гравітаційного, радіаційного та інших полів на здоров'я населення. Перебування тривалий час людей в ГПЗ призводить до появи хвороб, нещасних випадків, конфліктів між мешканцями тощо. При пошуку ділянок для забудов важливих, особливо культових споруд, відпочинкових та лікувальних закладів обслідують місцевість щодо ГПЗ. Відомі такі обслідування методами біолокації за допомогою лози або рамки. Ці способи носять містичний характер, не визнані науковою медициною, погано відтворюються, і, крім того, для здійснення вимагають фахівців з особливими здібностями.

Відомі також способи, такі як, спосіб оцінки впливу екологічних умов на людину за психофізіологічним станом організму, в якому визначення психофізіологічного стану проводять дією навантаження за допомогою світлових сигналів, чисел, слів, фігур, що появляються в різних місцях екрана та одночасно вираховують психофізіологічні показники [патент на корисну модель UA №27501 U]; спосіб експрес-оцінки загального стану організму людини, в якому діагностику проводять за товщиною обслідуваного біополя, що стає видимим у розсіяному світлі на темному фоні [патент на корисну модель UA №22080 U. Бюл. №4, 2007 р.]; спосіб визначення хронічної втоми, в якому діагностику проводять визначивши дев'ять показників різних систем організму [патент на корисну модель UA №20836 U. Бюл. №2, 2007р.]; спосіб оцінки якості життя, пов'язаної зі здоров'ям молодших школярів, для здійснення якого визначають показники психо-соціальної діяльності в школі, після чого оцінюють кожну ознаку за 5 шкалами та 9 показниками [патент на корисну модель UA №28576 U].

Найбільш близьким до корисної моделі, що заявляється, є спосіб діагностики повноцінності відпочинку людини шляхом багатократного вимірювання артеріального тиску крові і частоти скорочень серцевого м'язу, за даними вимірювань якого проводять статистичний аналіз і розраховують показники, що характеризують сприятливість для здоров'я умов проживання [патент на корисну модель UA №63629 U. Бюл.№19, 2011 р.].

Проте всі відомі способи потребують для їхнього проведення значної затрати праці і часу, окремі із них мають низьку чутливість і не дають об'єктивної оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему організму людини, в той же час, тривале перебування людей на територіях гепатогенних зон призводить до захворювань, частих конфліктів між мешканцями житлових будинків, нещасних випадків та інших негараздів, що завдають шкоду народному господарству.

В основу корисної моделі, що заявляється, поставлено задачу винайти спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему організму людини шляхом використання результатів багатократних замірів верхнього і нижнього артеріального тиску крові і частоти скорочень серцевого м'язу доступними і зручними в експлуатації приладами для пересічних громадян методом регресійного аналізу і на основі вирахованого коефіцієнта ρ кореляції рівнянь регресії лінійної залежності частоти скорочень серцевого м'язу від артеріального тиску крові забезпечити можливість достовірної оцінки і контролю проявів гепатогенної дії досліджуваної території на серцево-судинну систему організму людини.

Поставлена задача виконується тим, що за способом оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему організму людини, що включає багатократні заміри верхнього і нижнього артеріального тиску крові і частоти скорочень серцевого м'язу, згідно пропонованої корисної моделі, числовий матеріал багатократних замірів верхнього і нижнього артеріального тиску крові і частоти скорочень серцевого м'язу обробляють методом регресійного аналізу і на основі вирахованого коефіцієнта ρ кореляції рівнянь регресії лінійної залежності частоти скорочень серцевого м'язу від артеріального тиску крові роблять висновок про вплив середовища на роботу серця людини, при цьому при вирахованому значенні ρ в межах $\rho < [0,5]$ констатують незначні навантаження на серце або їхню відсутність, а при значенні $\rho > [0,5]$ констатують кореляційну залежність частоти скорочень серцевого м'язу від артеріального тиску крові, значне навантаження на роботу серця людини і відповідні прояви гепатогенної дії досліджуваної території на організм людини. Крім того, що достовірність відмінності частоти пульсу людини, котра перебуває на території гепатогенної і контрольної зон, констатують методом варіаційної статистики.

UA 76173 U

- Суть запропонованого способу полягає в тому, що регулювання діяльності серця здійснюється центральною нервовою системою, яка постійно одержує сигнали про стан організму та зміни впливу оточуючого середовища і посилає відповідні команди серцю. В той же час, серце має також власний механізм регулювання, який пов'язаний із властивостями самих волокон міокарду - залежністю між величиною ритму серця і силою скорочення його волокон, а також залежністю енергії скорочень волокна від ступеня його розтягування в час діастолі (закон серця, Стерлінга). Серце скорочується тим сильніше, чим більше крові надходить до нього в час діастолі. Тому, навіть ізольоване серце, як і серце в організмі, після від'єднання його нервових зв'язків з центральною нервовою системою спроможне посилати в артерії кров, що надходить до нього з вен. Тобто характер регулювання діяльності серця визначається взаємодією внутрішньо серцевих та поза серцевих механізмів. Підвищені навантаження на організм людини спонукають краще проявлятися власному механізму регулювання роботи серця (внутрішньо серцевому регуляторному механізму), появляється можливість спостерігати залежність частоти серцевих скорочень від артеріального тиску крові на основі оброблення числового матеріалу багатократних замірів верхнього і нижнього артеріального тиску крові і частоти скорочень серцевого м'язу методом регресійного аналізу і на основі вирахованого коефіцієнта r кореляції рівнянь регресії лінійної залежності частоти скорочень серцевого м'язу від артеріального тиску крові пропонуваним способом роблять висновок про вплив середовища на роботу серця людини.
- Таким чином сукупністю відомих і пропонуванних суттєвих ознак і їх причинно-наслідкових зв'язків отримують технічне рішення, достатнє для вирішення поставленої задачі корисної моделі.
- Спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему організму людини здійснюють так:
- Для здійснення способу, як приклад, користуються комп'ютерною програмою Excel і автоматичним тонометром, яким проводять багатократні заміри верхнього і нижнього артеріального тиску крові і частоти скорочень серцевого м'язу.
- Для ведення спостережень в якості показника артеріального тиску ϕ використовують частку, яку складає нижній (діастолічний) тиск D щодо верхнього (сistolічного) S : $\phi = D/S$. Вважаючи, що пульс (частота скорочень серцевого м'язу) P знаходиться у лінійній залежності від показника артеріального тиску $P = f(\phi)$, розраховують коефіцієнт кореляції r відповідного рівняння регресії $P = K\phi + C$. За пропонуванним способом, у приведенному рівнянні регресії числові значення коефіцієнтів K і C знаходити немає потреби, оскільки вони не потрібні для діагностики. На основі багатократних обстежень підтверджено, що якщо $r > [0,5]$, треба вважати, що істотно проявляється кореляційна залежність частоти скорочень серцевого м'язу від артеріального тиску крові, тобто існує значне навантаження на роботу серця людини і на досліджуваній території виявлено гепатогенну дію. Якщо ж значення $r < [0,5]$, то мають місце незначні навантаження на роботу серця людини і гепатогенна дія досліджуваної території не проявляється або відсутня.
- В подальшому знаходять різницю середніх арифметичних частот скорочень серцевого м'язу у людини, що перебувала в гепатогенній та контрольній зонах. Заміри проводять з невеликим розривом в часі. Вираховують за критерієм Стьюдента достовірність відмінності цих показників і констатують інтенсивність впливу на людину гепатогенного середовища.
- Приклад
- Людині віком 38 років, яка перебувала на території, що вважають гепатогенною, протягом 1,5 години, зробили 12 замірів артеріального тиску крові в мм рт. ст. - верхнього S (сistolічного) і нижнього D (діастолічного), а також пульсу P (частоти скорочень серцевого м'язу за 1 хв.), як приклад, напівавтоматичним тонометром. Після кожного заміру вираховували показник ϕ - частку, яку складає нижній тиск щодо верхнього $\phi = D/S$. Результати вимірювань наведено в таблиці.

UA 76173 U

Таблиця

Результати вимірювань тонометром

Гепатогенна зона					Контрольна зона				
№ заміру	S _r	D _r	φ _r	P _r	№ заміру	S _к	D _к	φ _к	P _к
1	128	90	0,703	110	1	118	86	0,729	61
2	120	91	0,760	112	2	118	83	0,703	68
3	130	81	0,620	107	3	117	88	0,752	69
4	131	90	0,687	106	4	119	88	0,739	76
5	130	88	0,677	108	5	113	87	0,770	66
6	133	81	0,612	107	6	119	88	0,739	69
7	128	85	0,664	108	7	113	90	0,796	71
8	125	85	0,680	111	8	115	89	0,774	72
9	126	90	0,715	110	9	117	88	0,752	70
10	128	87	0,680	109	10	118	92	0,780	76
11	130	80	0,618	107					
12	120	90	0,748	109					
Середнє арифметичне				108,7	Середнє арифметичне				69,8
Сума квадратів відхилень				36,7	Сума квадратів відхилень				179,6

5 При цьому заміри значень P (при перебуванні на території гепатогенної зони) введено у вертикальну колонку A таблиці Excel, а значення φ - в колонку B. Відповідні показники розташовано поряд. Запущено розрахунок за функцією КОРРЕЛ A1:A10; B1:B10. Висвітлено результат. Коефіцієнт кореляції рівняння регресії $P_r = f(\varphi_r)$ становив $\rho_r = 0,705$.

Аналогічні заміри і розрахунки провели стосовно контрольної зони. Відповідний коефіцієнт кореляції становив $\rho_c = 0,374$.

10 Крім того, для констатації достовірності відмінності частоти пульсу людини, що перебуває на території гепатогенної і контрольної зон, методом варіаційної статистики визначали значимість різниці між середніми арифметичними пульсу, вимірними при перебуванні людини на території гепатогенної і контрольної зон, з перевірянням чи є відмінність результатом випадкових варіантів (вимірювань), що ввійшли у вибірку, чи існує реальна відмінність між вибірками. Знайдено число ступенів вільності $f = n_r + n_c - 2$ або $f = 12 + 10 - 2 = 20$. За ступенем вільності, користуючись таблицею критичних значень t (критерію Стюдента), встановлено, що при довірчому рівні 99% (рівні значущості 1%), $t_{01}(20) = 2,85$. Величину $S_{P_r - P_c}$, яка є оцінкою дисперсії двох вибірок (всіх замірів пульсу при перебуванні людини на території гепатогенної і контрольної зон), вираховували із залежності

$$S_{P_r - P_c} = \sqrt{\frac{S_r^2 + S_c^2}{n_r + n_c - 2} \cdot \frac{n_r + n_c}{n_r \cdot n_c}}$$

20 Підставивши замість символів числа, $S_{P_r - P_c} = \sqrt{\frac{108,7 - 69,8}{20} \cdot \frac{22}{120}} = 1,41$, знайшли

$$|t| = \frac{\overline{P_r} - \overline{P_c}}{S_{P_r - P_c}} = \frac{108,7 - 69,8}{1,41} = 28,23.$$

Оскільки $28,23 > 2,85$ розходження істотні при рівні значущості 1%.

25 Проведені заміри і розрахунки пропонованим способом дають можливість констатувати, що досліджувана територія гепатогенна. Коефіцієнт кореляції відповідних рівнянь регресій засвідчує, що на території, яку досліджують, існує додаткове навантаження на серцево-судинну систему людини у порівнянні з перебуванням на контрольній території. Підвищена частота скорочень серцевого м'язу при перебуванні на досліджуваній території, у порівнянні з перебуванням в контрольній зоні, дозволяє зробити висновок, що навантаження на людину істотне, значне.

30 Пропонований спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему організму людини забезпечує можливість достовірної оцінки і контролю проявів гепатогенної дії досліджуваної території на серцево-судинну систему організму людини доступними і зручними в експлуатації приладами для пересічних громадян методом регресійного аналізу результатів

UA 76173 U

багатократних замірів і на основі вирахованого коефіцієнта r кореляції рівнянь регресії лінійної залежності частоти скорочень серцевого м'язу від артеріального тиску крові.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

1. Спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему організму людини, що включає багатократні заміри верхнього і нижнього артеріального тиску крові і частоти скорочень серцевого м'язу, який відрізняється тим, що числовий матеріал багатократних замірів верхнього і нижнього артеріального тиску крові і частоти скорочень серцевого м'язу обробляють методом регресійного аналізу і на основі вирахованого коефіцієнта r кореляції рівнянь регресії лінійної залежності частоти скорочень серцевого м'язу від артеріального тиску крові роблять висновок про вплив середовища на роботу серця людини, при цьому при вирахованому значенні r в межах $r < [0,5]$ констатують незначні навантаження на серце або їхню відсутність, а при значенні $r > [0,5]$ констатують кореляційну залежність частоти скорочень серцевого м'язу від артеріального тиску крові, значне навантаження на роботу серця людини і відповідні прояви гепатогенної дії на організм людини досліджуваної території.
2. Спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему організму людини за п. 1, який відрізняється тим, що достовірність відмінності частоти пульсу людини, що перебуває на території гепатогенної і контрольної зон, констатують методом варіаційної статистики.

20

Комп'ютерна верстка П.Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601