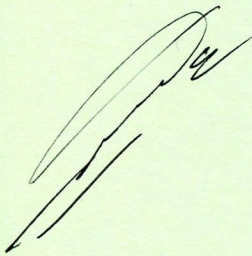


504.61 (477.8) (093)

М 52

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ



Мердох 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

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ – 2017

504.61(447.8) (043)
M52



Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Семчук Ярослав Михайлович, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, старший науковий співробітник
Азаров Сергій Іванович, Інститут ядерних досліджень Національної Академії Наук України (м. Київ), завідувач сектору загальної та радіаційної безпеки;

кандидат технічних наук, доцент
Харламова Олена Володимирівна, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського (м. Кременчук), доцент кафедри екологічної безпеки та організації природокористування.

Захист дисертації відбудеться 30 березня 2017 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.05 при Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою:

76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитися в науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розісланий 28 лютого 2017 року.

Учений секретер спеціалізованої
вченої ради Д 20.052.05

К.О. Радловська



ІАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Підвищення рівня соціальної складової екологічної безпеки у сучасних умовах розвитку соціоекосистем в Україні є особливо актуальним, оскільки стан здоров'я населення є основним показником їх оптимізації.

Сучасне суспільство створює й ефективно використовує інноваційні технології в галузі науки і техніки, які дозволяють задовольняти його потреби, що зростають. 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) радіочастотного діапазону 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. За цим документом до джерел ЕМВ у населених пунктах належать радіостанції, телевізійні станції, радіолокаційні станції різного призначення, що працюють у смузі радіочастот, а також мережа ліній електропередачі, яка 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. 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.

Тому нормативна база, що регламентує гранично допустимий рівень (ГДР) ЕМП потребує оновлення, а вплив ЕМВ у радіочастотному діапазоні на соціальну складову екологічної безпеки міських агломерацій представляє науковий інтерес.

Зв'язок з науковими програмами і темами. Вибраний напрямком 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 екологічної безпеки 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;

an 2648 - an 2649

- визначити інтенсивність впливу ЕМП техногенного походження частотного діапазону 50 МГц – 3,5 ГГц на соціальну складову урбоєкосистеми;
- дослідити зв'язки між параметрами роботи серцево-судинної системи жителів урбоєкосистеми 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 урбоєкосистеми;
- розробити програму для моніторингу ЕМП в урбоєкосистемі;
- розробити управлінські рішення з підвищення рівня екологічної безпеки соціальної складової міської агломерації м. Івано-Франківська.

Об'єкт дослідження: процес забруднення урбоєкосистеми 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 екологічної безпеки урбоєкосистеми міської агломерації, що піддається впливу ЕМВ радіочастотного діапазону.

Методи дослідження. Теоретичні та практичні методи досліджень ґрунтуються на застосуванні системного підходу до оцінювання стану екологічної безпеки в умовах забруднення урбоєкосистеми 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 поширення ЕМП у просторі, розрахунку поверхневої густини потоку енергії на певній відстані від джерела ЕМВ; методи еколого-географічних досліджень – для визначення точок тест-полігону урбоєкосистеми та побудови екологічних карт впливу ЕМП техногенного походження на урбоєкосистему 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 екологічної безпеки 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 вагомими 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 та захворюваннями серцево-судинної системи дорослого населення, причому найбільше на виникнення цих хвороб впливає напруженість магнітної складової електромагнітного поля.

3. Отримали подальший розвиток наукові засади моніторингових досліджень впливу електромагнітного поля на соціальну складову міських агломерацій, що дало змогу створити еколого-географічні карти з використанням геоінформаційної системи Map Info.

4. Отримали подальший розвиток загальні принципи управління соціальною складовою екологічної безпеки в умовах електромагнітного випромінювання шляхом розробки технічних рішень щодо прогнозування впливу електромагнітних полів на виникнення хвороб у дорослого населення міських агломерацій.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання результатів теоретичних та практичних досліджень дисертаційної роботи санітарно-епідеміологічними станціями, що контролюють рівень електромагнітного забруднення навколишнього середовища, зокрема на урбанізованих територіях. Реалізація стратегії впливу ЕМП радіочастотного діапазону на соціальну складову екологічної безпеки урбанізованої території м. Івано-Франківська дасть можливість знизити антропогенний вплив на довкілля та зменшити ризик негативного впливу ЕМП техногенного походження на соціальну складову екологічної безпеки. Матеріали досліджень будуть передані адміністративним та екологічним організаціям для посилення контролю за екологічним станом м. Івано-Франківська і покращення стану соціальної складової його екологічної безпеки. Розроблений з участю автора спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему організму людини (патент на корисну модель № 76173) 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.

Особистий внесок здобувача полягає у безпосередній його участі у визначенні теми, мети та 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 «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 в 11 наукових працях, з них: 5 статей – у фахових наукових журналах (в тому числі одна стаття у фаховому зарубіжному виданні), 4 тези доповідей наукових конференцій, 2 патенти на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, який включає 122 найменування та додатків. Робота викладена на 110 сторінках основного тексту, містить 29 рисунків, 9 таблиць та 9 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми, сформульовано мету і завдання досліджень, показано наукову новизну та практичну цінність роботи.

У першому розділі проведено аналіз літературних джерел щодо розвитку досліджень соціальної складової екологічної безпеки урбанізованих територій, зроблено огляд законодавчих актів в Україні щодо екологічної безпеки та її класифікації, розглянуто деякі тенденції розвитку екологічної безпеки в світі під егідою ООН. Узагальнено інформацію дослідників про ЕМП радіочастотного діапазону, що впливають на соціальну складову екологічної безпеки, як фізичного фактору урбанізованого середовища, вплив якого не відчувається органами чуття людини. На основі узагальнених даних зроблено висновок, що реакція організму чоловіків та жінок (серцево-судинна система) на вплив ЕМП відрізняється.

Відмічено, що значний вклад у вивчення впливу ЕМП радіочастотного діапазону на біоту внесли закордонні дослідники: Сподобаєв Ю. М., А. Ahlbom, J. Bridges, W. De Jong, D. R. Black, L. N. Heynick, L. Hardell, C. Sage, K. Hecht, J. R. Jauchem, C. Johansen та інші.

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, В. К. Сельський, М. І. Сав'юк, Л. В. Міщенко та інші.

Вивченню ЕМП Івано-Франківська присвячені роботи Є. Д. Кузьменко, О. В. Подолян, котрі створили карту аномалій магнітного поля території м. Івано-Франківська.

Автором роботи узагальнено інформацію відомих дослідників щодо ЕМП радіочастотного діапазону, що впливає на соціальну складову екологічної безпеки 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 на вплив ЕМП відрізняється

У другому розділі використовуючи картографічний метод екологічних досліджень на урбанізованій території м. Івано-Франківська, котра вибрана тест-полігоном, визначили 122 точки на відстані 200-500 метрів. Урбоекосистема Івано-Франківська займає площу 51,36 км², загальна площа м. Івано-Франківська –

83,73 км². 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.

ЕМП характеризується двома нерозривно пов'язаними складовими: електричною (Е) і магнітною (Н). ГДР напруженості Е, що виражаються середньоквадратичним (ефективним) значенням, і рівень поверхневої густини потоку енергії, який виражається середнім значенням (μ), визначаються в залежності від частоти (довжини хвилі) і режиму випромінювання. Такі ГДР визначаються Державними санітарними правилами та нормами відповідно до таблиці 1.

Таблиця 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	31 μ 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 = $7,43 - 31g(f)$, def – частота в МГц.

У кожній точці тест-полігону вимірювали Е, Н та μ . Для апаратного вимірювання параметрів ЕМП використовувався тестер ЕМП Tenmars RF three-Axis Field Strength Meter TM-195. Прилад застосовують для вимірювання ЕМП у частотному діапазоні 50 МГц – 3,5 ГГц. Він 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 Х, У 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).

Для проведення медико-екологічних досліджень у визначених точках тест-полігону урбанізованої території м. Івано-Франківська, відповідно до патенту на корисну модель № 76173, одночасно із замірами E , H та μ , проводили заміри частоти серцевих скорочень (ЧСС), систолічного артеріального тиску (S) та діастолічного артеріального тиску (D). Для визначення S ; D та ЧСС були задіяні молоді люди віком 20-22 років, практично здорові. 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. Визначення проводилися за погодних умов I та II типу за загальноприйнятою класифікацією. За медичними даними 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 ($\varphi=D/S$). 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).

Нами запропонована математична модель прогнозування електромагнітної обстановки поблизу 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 :

$$\omega = \omega_e + \omega_m = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} \quad (1)$$

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

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

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

$$\omega = \varepsilon_0 E^2 = \mu\mu_0 H^2 \quad (3)$$

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

$$W = \int \left(\frac{\varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} \right) dV = \int_V \varepsilon_0 E^2 dV = \int_V \mu\mu_0 H^2 dV \quad (4)$$

Потужність випромінювання визначається як перша похідна від енергії за часом:

$$N = -\frac{\partial W}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t} \int \left(\frac{\varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} \right) dV = -\frac{\partial}{\partial t} \int \varepsilon_0 E^2 dV = -\frac{\partial}{\partial t} \int \mu\mu_0 H^2 dV \quad (5)$$

Якщо E описує монохроматичну хвилю,

$$E = E_0 \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \quad (6)$$

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:

$$N = 2\omega \varepsilon_0 E^2 \int_0^{x_0} \int_0^{y_0} \int_0^{z_0} \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) dx dy dz \quad (7)$$

Після інтегрування отримаємо:

$$N = \varepsilon_0 v y_0 z_0 \left(E \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \right)^2 = v \varepsilon_0 E^2 S \quad (8)$$

де v – швидкість поширення електромагнітних хвиль, S – поверхня, перпендикулярна до напрямку поширення електромагнітних хвиль (ОХ), через яку проходить потік електромагнітної енергії. Потік електромагнітної енергії крізь одиницю поверхні можна виразити формулою:

$$\Pi = \frac{N}{S} = v \varepsilon_0 E^2 = v \omega \quad (9)$$

Тобто густина потоку енергії дорівнює добутку поширення хвилі на об'ємну густину енергії електромагнітного поля.

Для діелектрика значення швидкості поширення електромагнітної хвилі визначається за формулою:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu\mu_0}} \quad (10)$$

Тоді густина потоку енергії визначатиметься за формулою:

$$\Pi = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu\mu_0}} E^2 = \frac{\sqrt{\varepsilon_0}}{\sqrt{\mu\mu_0}} EE = HE \quad (11)$$

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} :

$$\vec{P} = [\vec{E}\vec{H}] \quad (12)$$

Цей вектор називають вектором Пойтінга, або вектором Умова-Пойтінга:

$$P = \int_s \frac{N}{dS} \quad (13)$$

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

Для розрахунку густини потоку енергії 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 густини потоку енергії на певних відстанях від телевізійної вежі (табл. 2).

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 табл. 3.

Таблиця 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	Густина потоку енергії, 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	

Таблиця 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 потоку 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 та біля базової станції мобільного зв'язку не показує перевищення ГДР поверхневої густини потоку енергії.

У третьому розділі проведено аналіз техногенного навантаження на урбоекосистему м. Івано-Франківська, спричиненого ЕМП радіочастотного діапазону. Вплив ЕМП визначали окремо за E та відповідно до густини потоку енергії. Відповідно до нормативних документів ГДР ЕМП в частотному діапазоні 30–300 МГц становлять 3 В/м, а в частотному діапазоні 300 МГц – 300 ГГц – 2,5 мкВт/см².

Отримані дані показують перевищення ГДР середніх значень поверхневої густини потоку енергії в районі вулиць Євгена Коновальця – Січових Стрільців – Академіка Сахарова – В'ячеслава Чорновола (рис. 1) та перевищення ГДР середніх значень E в районі вулиць Короля Данила – Євгена Коновальця – Січових Стрільців – Академіка Сахарова – В'ячеслава Чорновола – Незалежності – Привокзальна (рис. 2).

Аналіз даних вимірювання 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, дозволяє 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.

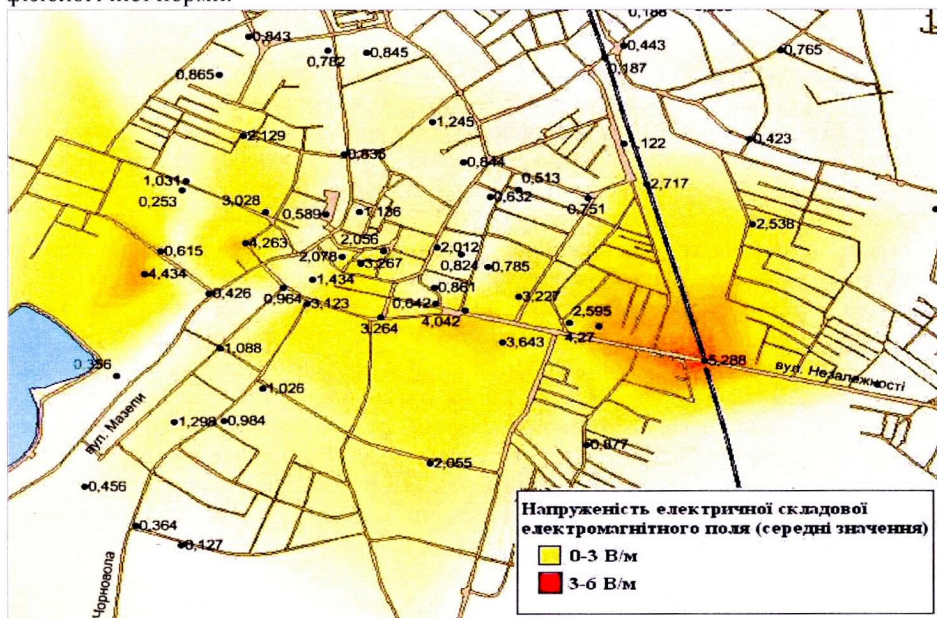


Рис. 1. Середні значення поверхневої густини потоку енергії у м. Івано-Франківську

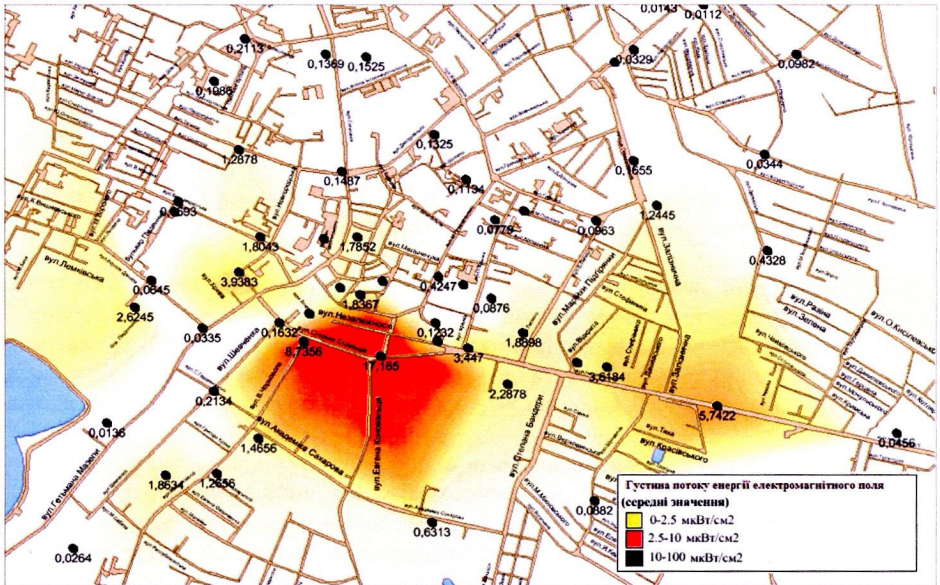


Рис. 2. Середні значення напруженості електричної складової електромагнітного поля у м. Івано-Франківську

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.

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

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. Отже, адаптаційні реакції серцево-судинної системи чоловіків 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 урбоєкосистеми м. Івано-Франківська достатньо інтенсивний.

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

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. Отже, адаптаційні реакції серцево-судинної системи чоловіків 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 урбоєкосистеми м. Івано-Франківська достатньо інтенсивний.

Дані про S , D , ϕ , ЧСС окремо для чоловіків та жінок, а також дані вимірів ЕМП: $E_{\text{макс.}}$, $H_{\text{макс.}}$, $\mu_{\text{макс.}}$, $E_{\text{сер.}}$, $H_{\text{сер.}}$, $\mu_{\text{сер.}}$ здобувалися експериментально у 122 точках тест-полігону урбоєкосистеми м. Івано-Франківська, становлять просту статистичну сукупність і підлягають статистичній обробці. Первинний статистичний аналіз включав побудову гістограм розподілу та визначення закону розподілу.

За гістограмами розподілу експериментальні дані про показники артеріального тиску у чоловіків та жінок S_{ϕ} , D_{ϕ} , ϕ_{ϕ} , ЧСС ϕ , S_{ϕ} , D_{ϕ} , ϕ_{ϕ} , ЧСС ϕ підпорядковані нормальному закону розподілу випадкових величин. Такий розподіл виникає тоді, коли дана випадкова величина являє собою суму великого числа незалежних випадкових величин, кожна з яких грає в утворенні всієї суми незначну роль.

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. В наступних етапах статистичного аналізу використовували логарифми значень цих показників (нормалізовані дані).

Дані S_{ϕ} , D_{ϕ} , ЧСС ϕ , S_{ϕ} , D_{ϕ} , ЧСС ϕ стандартизували для трансформації у безрозмірні величини, з якими далі можна проводити математичні операції. Стандартизацію проводили 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.

Після стандартизації та нормалізації експериментальних даних всі вибірки даних є величинами безрозмірними і відповідають закону нормального розподілу.

Для вимірювання тісноти взаємозв'язку між параметрами, що використовуються у нашому дослідженні, визначали парні коефіцієнти кореляції, здобуті у точках тест-полігону розміщених на територіях чотирьох міських поліклінік урбоєкосистеми Івано-Франківська. Найбільша тіснота зв'язку спостерігається між $\ln\mu_{\text{макс.}}$, $\ln E_{\text{сер.}}$, $\ln\mu_{\text{сер.}}$ 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 $\ln\mu_{\text{макс.}}$, $\ln E_{\text{сер.}}$, $\ln\mu_{\text{сер.}}$ та стандартизованими даними параметрів роботи серцево-судинної системи чоловіків (r від -0,57 до -0,78).

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 брали коефіцієнти кореляції з сильною тісністю зв'язку і визначали для них $t_{\text{експ.}}$. Для всіх випадків сильною тісністю 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.

Отримані вибірки значень дозволяють виконати кластерний аналіз (рис. 3).

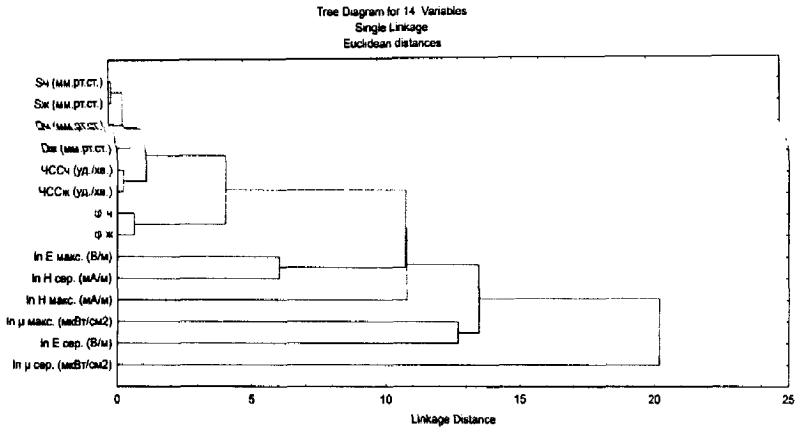


Рис. 3. Дендрограма зв'язків між групами параметрів за результатами кластерного аналізу

Парні коефіцієнти 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 $\mu_{\text{сер.}}$, $\mu_{\text{макс}}$ та $E_{\text{сер.}}$ та досліджуваними параметрами артеріального тиску у чоловіків та жінок обернено пропорційна і сильніша ніж відповідні обернено пропорційні залежності $E_{\text{макс}}$, $H_{\text{макс}}$ та $E_{\text{сер.}}$. Тому при визначенні впливу ЕМП на соціальну складову урбоecosистеми варто брати до уваги саме показники $\mu_{\text{сер.}}$, $\mu_{\text{макс}}$ та $E_{\text{сер.}}$.

У четвертому розділі проведено аналіз захворюваності населення урбанізованої території м. Івано-Франківська на гіпертонічну хворобу (всі форми), ішемічну хворобу серця та цереброваскулярні хвороби окремо для чоловіків та жінок. Причому припускали, що ЕМП техногенного походження радіочастотного діапазону є одним з фізичних факторів, котрий може впливати на виникнення та розвиток цих хвороб в межах урбоecosистеми міської агломерації. Для перевірки гіпотези створювали еколого-медичні карти, які просторово характеризують стан здоров'я населення, зумовлений станом урбоecosистеми.

Для створення еколого-медичних карт скористалися даними Івано-Франківського обласного інформаційно-аналітичного центру медичної статистики щодо зафіксованих випадків гіпертонічної хвороби (всі форми), ішемічної хвороби серця та цереброваскулярних хвороб окремо для чоловіків та жінок 18 років і старших за 2015 рік, котрі постійно проживають на урбанізованій території м. Івано-Франківська. На еколого-медичних картах позначили межі обслуговування міських поліклінік та у кожній зоні обслуговування розмістили діаграми захворюваності чоловіків та жінок на вказані хвороби, 18 років і старших (рис. 4-5).

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

Для вимірювання тісноти зв'язку між нормалізованими даними про параметри ЕМП та хворобами серцево-судинної системи чоловіків та жінок, віком 18 років і більше, визначали парні коефіцієнти кореляції, здобуті у точках тест-полігону розміщених на територіях урбоекосистеми Івано-Франківська, що обслуговуються чотирма міськими поліклініками.

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).

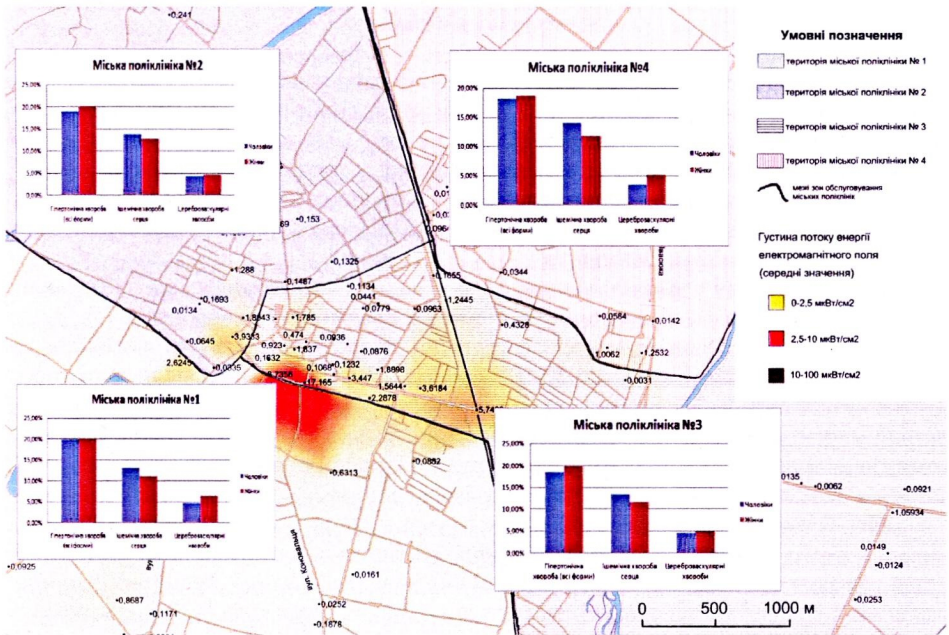


Рис. 4. Карта впливу середніх значень густини потоку енергії електромагнітного поля на захворювання серцево-судинної системи чоловіків і жінок

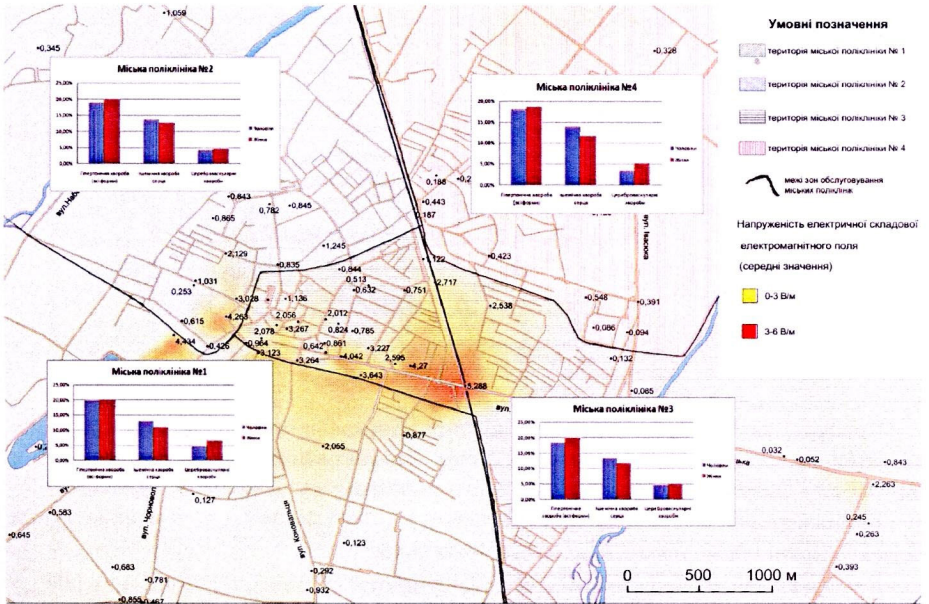


Рис. 5. Карта впливу середніх значень напруженості електричної складової електромагнітного поля на захворювання серцево-судинної системи чоловіків і жінок

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 старшими). $t_{експ}$ 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.

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:

$$1) y = a + bz;$$

$$2) y = a + \frac{b}{z};$$

$$3) y = a + b \cdot \ln z;$$

$$4) y = az^b;$$

$$5) y = a \cdot e^{bz};$$

$$6) y = \frac{1}{a + bz};$$

$$7) y = a \cdot e^{bz^2};$$

$$8) y = \frac{z}{az + b};$$

$$9) y = a + b \cdot z^3;$$

$$10) y = a + b \cdot z^2.$$

«Краша» залежність вибирається по мінімальному значенню середніх квадратичних відхилень розрахункових даних від фактичних. Для цієї залежності в інтервалі всіх значень аргумента обчислюються розрахункові значення функції.

«Крашою» для значень хвороб серцево-судинної системи у чоловіків (y) та $\ln H_{\max}$ (z) є функція 9: $y = a + b \cdot z^3$; $a=24,46$; $b=3,16$.

«Крашою» для значень хвороб серцево-судинної системи у жінок (y) та $\ln H_{\max}$ (z) є функція 9: $y = a + b \cdot z^3$; $a=52,34$; $b=3,24$.

Графічно залежності хвороб серцево-судинної системи чоловіків та жінок (18 років і старших) в розрахунку на 1000 осіб населення від H_{\max} представлено у вигляді графіків (рис. 6). Значення $\ln H_{\max}$ представлено в межах від 0,1 до 3,5 мА/м, зафіксованих в межах урбоєкосистеми м. Івано-Франківська.

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 H , до захворювань серцево-судинної системи більше схильні жінки. Зі збільшенням напруженості магнітної складової ЕМП зростає ризик захворювання на хвороби серцево-судинної системи.

У п'ятому розділі представлено стратегію управління соціальною складовою ЕБ. Розроблена нами стратегія 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 урбоєкосистему та рекомендації щодо його зменшення.

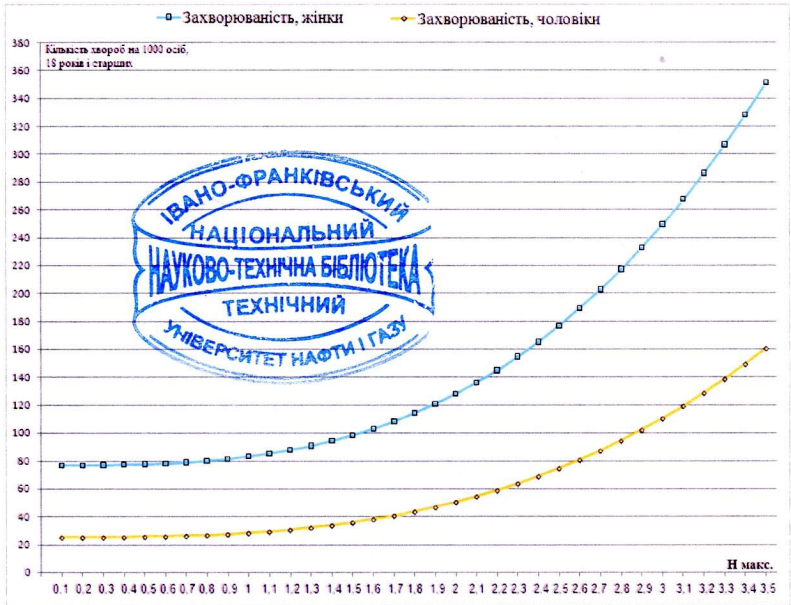


Рис. 6. Графік функціональної залежності хвороб серцево-судинної системи у чоловіків та жінок від максимальних значень напруженості магнітної складової електромагнітного поля

Для проведення екологічного моніторингу показників ЕМП нами створена комп'ютерна програма. Зважаючи на факт, що процес моніторингу просторово-розподілених даних передбачає як збереження, накопичення та редагування семантичної інформації, так і візуалізацію даних, то підтримку цього процесу найкраще забезпечуватиме використання геоінформаційної системи (у даному випадку MapInfo). Для автоматизації моніторингу ЕМП на досліджуваній території була створена програма на мові MapBasic.

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 відчуваються 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.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

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. 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.

Особистий внесок здобувача полягає у дослідженні впливу електромагнітних полів радіочастотного діапазону на етіологію серцево-судинних хвороб жителів урбоєкосистеми м. Івано-Франківська.

3. **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.

4. **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 VI 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.

Здобувачем наведено результати моніторингових досліджень напруженості електромагнітного поля в урбоєкосистемі м. Івано-Франківська. Запропонована програма для моніторингу електромагнітних полів розроблена на базі ГІС Map Info.

5. **Мердух І. І.** Стратегія зменшення впливу електромагнітних полів техногенного походження на соціальну складову екологічної безпеки урбанізованої території м. Івано-Франківська / І. І. Мердух // *Збірник матеріалів 4-го Міжнародного конгресу «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» 21-23 вересня 2016 року, м. Львів*. – 2016. – С. 37–38.

6. Семчук Я. М. Вплив електромагнітних полів радіочастотного діапазону на соціальну складову урбосоціоекосистеми міста Івано-Франківська / Я. М. Семчук,

І. І. Мердух. // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2016. – Вип. 26.4. – С. 178–185.

Здобувачем запропоновано математичну модель для розрахункового прогнозування поширення електромагнітних полів від радіотехнічного об'єкта. Проведено порівняльний аналіз розрахункових та експериментальних даних.

7. 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.

Здобувач запропонував і обґрунтував спосіб визначення впливу фізичних факторів навколишнього середовища на серцево-судинну систему людини.

8. Лабій Ю. М. Геодинамічні процеси і їхня дія на життєдіяльність людей – нерозвіданий ресурс Карпатського туристичного регіону / Ю. М. Лабій, **І. І. Мердух**, Т. Ю. Крупчук. // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. Науково-технічний журнал. – 2014. – №1(9). – С. 16–22.

Здобувачем досліджено гіпотезу захисту відстанню від впливу електромагнітних полів, розглянуто гіпотезу їх позитивного впливу на організм людини.

9. 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.

Внесок здобувача полягає у дослідженні впливу електромагнітних полів природного походження на формування біогеоценозів.

10. Толоконнікова Н. М. Екологізація освіти, як складова частина процесу гуманізації у нових державних стандартах базової і повної загальної середньої освіти [Електронний ресурс] / Н. М. Толоконнікова, **І. І. Мердух**, С. М. Подолук // Електронне наукове видання матеріалів конференції «Знання. Освіта. Освіченість. І Міжнародна науково-практична конференція», 25-27 вересня 2012 року, м. Вінниця – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <http://conf.vntu.edu.ua/znanosv/2012/4/>

Внесок здобувача полягає у дослідженні форм та методів формування екологічного мислення в учнів загальноосвітніх навчальних закладів на прикладах впливу електромагнітних полів на біоту.

11. Патент 78271 Україна, МПК С12Р 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.

*Здобувачем запропоновано і обґрунтовано спосіб визначення гепатогенного впливу навколишнього середовища на хлібопекарські дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*.*

АНОТАЦІЯ

Мердух І. І., Управління соціальною складовою екологічної безпеки міських агломерацій в умовах електромагнітного випромінювання (на прикладі м. Івано-Франківська). – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2017.

Проведено аналіз літературних джерел щодо розвитку досліджень соціальної складової екологічної безпеки міських агломерацій. Для дослідження електромагнітної обстановки урбоєкосистеми м. Івано-Франківська застосовано методи розрахункового прогнозування електромагнітної обстановки, еколого-географічних та медико-екологічних досліджень. Створено екологічні карти електромагнітного навантаження на урбоєкосистему м. Івано-Франківська.

Дано загальну характеристику екологічного стану урбанізованої території на прикладі м. Івано-Франківська, спричиненого електромагнітними полями техногенного походження. Проведено експериментальне та статистичне дослідження впливу електромагнітних полів техногенного походження в радіочастотному діапазоні на серцево-судинну систему жителів урбанізованої території м. Івано-Франківська. Створено еколого-медичні карти на основі екологічних карт електромагнітного навантаження на урбоєкосистему м. Івано-Франківська та статистичних даних Івано-Франківського обласного інформаційно-аналітичного центру медичної статистики щодо зафіксованих випадків гіпертонічної хвороби (всі форми), ішемічної хвороби серця та цереброваскулярних хвороб окремо для чоловіків та жінок 18 років і старших, котрі постійно проживають на урбанізованій території м. Івано-Франківська.

Розроблено стратегію зменшення впливу електромагнітних полів техногенного походження радіочастотного діапазону на соціальну складову екологічної безпеки урбанізованої території м. Івано-Франківська, створено комп'ютерну програму для моніторингу електромагнітних полів в умовах урбоєкосистеми.

Ключові слова: електромагнітні поля, урбоєкосистема, міська агломерація, екологічні карти, серцево-судинні захворювання, соціальна складову екологічної безпеки.

АННОТАЦИЯ

Мердух И. И., Управление социальной составляющей экологической безопасности городских агломераций в условиях электромагнитного излучения (на примере г. Ивано-Франкиска). – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2017.

Электромагнитные поля техногенного происхождения радиочастотного диапазона определяются как фактор окружающей среды, влияние которого субъективно не ощущается человеком. Интенсивность действия этого фактора наибольшая в урбоэко системах городских агломераций, а реакция организма мужчин и женщин в ответ на действие этого фактора отличается. Вопрос влияния электромагнитных полей техногенного происхождения радиочастотного диапазона на организм человека лежит в управленческой, юридической, технической, социальной, биологической, медицинской и экологической плоскости, определяется

как физический фактор среды, который влияет на социальную составляющую экологической безопасности урбанизированных территорий и представляет значительный научный интерес.

Проведен анализ литературных источников по развитию исследований социальной составляющей экологической безопасности городских агломераций. Для исследования электромагнитной обстановки урбозкосистемы г. Ивано-Франковска применен метод расчетного прогнозирования электромагнитной обстановки на основе вектора Умова-Пойнтинга, эколого-географический метод с аппаратным измерением электромагнитных полей и последующим построением экологических карт электромагнитной нагрузки и метод медико-экологических исследований с измерением показателей артериального давления у мужчин и женщин в возрасте 20-22 года. Созданы экологические карты электромагнитной нагрузки на урбозкосистему г. Ивано-Франковска.

Проведено экспериментальное и статистическое исследование влияния электромагнитных полей техногенного происхождения в радиочастотном диапазоне на сердечно-сосудистую систему жителей урбанизированной территории г. Ивано-Франковска. Созданы эколого-медицинские карты на основе экологических карт электромагнитной нагрузки на урбозкосистему г. Ивано-Франковска и статистических данных Ивано-Франковского областного информационно-аналитического центра медицинской статистики по зафиксированным случаям гипертонической болезни (все формы), ишемической болезни сердца и цереброваскулярных болезней отдельно для мужчин и женщин 18 лет и старше, которые проживают на урбанизированной территории г. Ивано-Франковска.

Доказана возможность прогнозирования воздействия ЭМП техногенного происхождения радиочастотного диапазона на урбозкосистему (на примере урбозкосистемы г. Ивано-Франковска), создана программа для мониторинга ЭМП на базе ГИС MapInfo и создания экологических карт для визуализации электромагнитной обстановки урбозкосистем. Разработана стратегия управления социальной составляющей экологической безопасности урбанизированной территории г. Ивано-Франковска по уменьшению воздействия ЭМП техногенного происхождения радиочастотного диапазона и уменьшения риска негативного воздействия ЭМИ.

Ключевые слова: электромагнитные поля, урбозкосистема, городская агломерация, экологические карты, сердечно-сосудистые заболевания, социальная составляющая экологической безопасности.

SUMMARY

Merdukh I. I. Managing the social component of ecological safety of urban agglomerations in terms of electromagnetic radiation (on the example of Ivano-Frankivsk town). – Manuscript.

The thesis for the degree of candidate of technical sciences, specialty 21.06.01 – ecological safety. – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 2017.

There has been carried an analysis for the development of the researches of a social component of the ecological safety of urban agglomerations. For the investigation of electromagnetic conditions of the urboecosystem of Ivano-Frankivsk there have been applied methods of a simplified calculating prognostication of electromagnetic conditions, ecological geographic and medical ecological investigations. There have been made the ecological maps of electromagnetic loading on the urboecosystem of Ivano-Frankivsk.

There has been given a characteristic of ecological conditions of the urbanized area on the example of Ivano-Frankivsk because of the influence of electromagnetic fields caused by technological activities of people. There have been carried out the experimental and statistic investigations of the influence of electromagnetic fields of technological origin in a radio frequency range on a cardio – vascular system of the inhabitants of an urbanized area of Ivano-Frankivsk. There have been formed ecological and medical cards on the basis of ecological maps of electromagnetic loading on the urboecosystem of Ivano-Frankivsk and statistic information of Ivano-Frankivsk Regional Information Analytic Centre of Medical Statistics about fixed case hypertonic diseases (all forms), ischemic heart diseases cerebrovascular diseases separately for women and men at the age of 18 and older, who all the time live on the urbanized area of Ivano-Frankivsk.

There has been made a strategy of decrease of the influence of electromagnetic fields of technological origin in a radio frequency range on the social component of ecological security of urbanized area of Ivano-Frankivsk.

Key words: electromagnetic fields, urboecosystem, urban agglomeration, cardiovascular diseases, a social component of ecological security.