

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ДУДАНОВА АННА ОЛЕГІВНА

УДК: 504.064.2.001018

**ВПЛИВ РІВНЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЕННЯ РАДІО
ПЕРЕДАВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ НА СТАН
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Спеціальність 101 – «Екологія»

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня за освітньо-професійною програмою

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі інженерної екології Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

кандидат технічних наук, старший викладач

Євтуєва Любов Іванівна

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Захист дисертації відбудеться «__» _____ 20__ року о __– годині на засіданні спеціалізованої вченої ради __. __. __ в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ, вул. Борщагівська, 115, ауд 201.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного Університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», за адресою: 03056 Ю мю Київ-56, просп. Перемоги, 37.

Автореферат розісланий «__» _____ 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На сьогоднішній день, електромагнітне забруднення навколишнього середовища поряд з хімічним і радіаційним стало найбільш масштабним видом забруднення, яке в багато разів перевищує рівень природного електромагнітного випромінювання. Електромагнітне випромінювання з кожним роком стає все більш відчутною та істотно впливає на стан здоров'я людини.

Метою даної роботи є вивчення стану забруднень навколишнього середовища електромагнітним випромінюванням, що створюється радіотехнічними засобами стільникового мобільного зв'язку, та розробка профілактичних заходів щодо захисту населення від несприятливої дії даного фактору.

Задачі дослідження:

- встановити основні закономірності просторового розподілу ЕМП радіотехнічного обладнання систем стільникового зв'язку;
- розробити методики інструментального контролю і розрахункового прогнозу електромагнітної обстановки в місцях розміщення та експлуатації радіотехнічних засобів систем стільникового зв'язку;
- визначити реальне навантаження на населення ЕМЕ, що створюється мобільними терміналами стільникового зв'язку та встановити основні закономірності відповідних реакцій організму на вплив ЕМП;
- провести дослідження по вивченню стану здоров'я користувачів стільниковими радіотелефонами;
- розробити профілактичні заходи захисту населення від несприятливої дії ЕМВ.

Об'єкт дослідження: забруднення навколишнього середовища електромагнітним випромінюванням, що створюється радіотехнічними засобами стільникового мобільного зв'язку.

Предмет дослідження: показники безпеки радіотехнічних засобів стільникового мобільного зв'язку.

Методи дослідження. Бібліометричний метод аналізу наукової інформації; теоретичного пошуку – для дослідження наукової проблематики та вивчення досвіду зарубіжних і вітчизняних науковців, фізичні методи вивчення розподілу ЕМП в оточуючому середовищі (розрахунок та інструментальні виміри); методи математичного планування експериментів; епідеміологічний метод вивчення здоров'я населення; санітарно-статистичні методи аналізу матеріалів дослідження, графічний – для наочного представлення результатів дослідження.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше встановлено закономірності просторового розподілу ЕМВ. Встановлено закономірності формування експозиційних доз і визначено величину реального навантаження на населення ЕМЕ. Вперше встановлено закономірності відповідних реакцій організму під впливом ЕМВ стільникових радіотелефонів стандарту NMT-450i, GSM-900/1800/2600. Розроблено профілактичні заходи захисту населення від дії ЕМП.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати рекомендовано до використання в інженерному проектуванні базових станцій і для подальшого дослідження в цій галузі. Отримані результати позитивно схвалені фахівцями НДІ промислової безпеки та охорони праці і рекомендовані до використання.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 43 найменування. Основний текст викладено на 99 сторінках, в них 20 рисунків та 18 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, зазначено зв'язок роботи з науковими програмами, сформовано мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, наведено методи проведення дослідження, показано наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, представлено дані з апробації результатів роботи.

У **першому розділі** проведено аналіз сучасних стан впливу електромагнітного випромінювання радіопередавальних засобів мобільного стільникового зв'язку.

З екологічної точки зору розвиток системи СМЗ означає зростання електромагнітного забруднення навколишнього середовища, яке проявляється у зростанні рівня електромагнітного опромінення людей у широкому діапазоні частот. Організація систем СМЗ у мегаполісах з високою густиною населення дозволила створити мікростільникову структуру, яка дала можливість використовувати МРТ з пониженою потужністю і тим самим знизити рівень опромінення окремого користувача. Разом з тим висока густина мережі базових станцій та МРТ суттєво збільшили середній рівень електромагнітного фону. Необхідно додати, що освоєння територій з меншою густиною населення супроводжується переходом на структури зі збільшеними стільниками, які вимагають використання МРТ із більшими потужностями. Зростання рівня електромагнітного фону та підвищення відсотка потужних МРТ все більше загострює проблему захисту людей від електромагнітного опромінення.

Таким чином розвиток систем СМЗ поставив на порядок денний наступні проблеми:

- більш глибоке вивчення біофізичного впливу електромагнітного поля НВЧ на організм людини,
- розробка методів оцінки допустимих рівнів опромінення тіла та окремих органів людини з метою встановлення науково обґрунтованих гранично допустимих

рівнів електромагнітного поля для безпечного користування засобами мобільного зв'язку,

- уточнення технічних вимог до характеристик випромінювання МРТ з врахуванням норм екологічної безпеки.

На жаль, уданий час в Україні опубліковані лише одиничні роботи, присвячені оцінці ризику, до того, у деяких з них основні положення цієї методології перекручені до такого ступеня, що можуть цілком перешкодити розумінню цієї складної проблеми. Більшість досліджень, виконаних в Україні, обмежуються констатацією факту погіршення стану здоров'я, тобто ідентифікацією загрози, що виникає під впливом несприятливих факторів навколишнього середовища [31, 52]. Катастрофічні зміни стану здоров'я і зниження якості життя населення багатьох регіонів України, неефективність природоохоронних заходів і використовуваних технологій вимагають проведення оцінки реального збитку від впливу явно високих рівнів факторів навколишнього середовища і розробку обґрунтованих рекомендацій з керування ризиком, розміщення пріоритетів для проведення оздоровчих і природоохоронних заходів [31,66]. Це тим більше важливо в зв'язку з виходом України на світову політичну, економічну і наукову арену. За цих умов надзвичайно значення набуває міжнародна гармонізація методів, критеріїв і методологій, особливо тих, що потенційно впливають на оцінку конкурентноздатності технологій і товарів у відношенні їхньої безпеки і «дружності» для людини і навколишнього середовища. Система гігієнічного регламентування, прийнята на сьогоднішній день в Україні, для забезпечення ефективної профілактики несприятливого впливу факторів навколишнього середовища і міжнародної гармонізації вимагає використання методів оцінки ризику [67].

В результаті виконаного аналізу наукових досягнень і досвіду роботи передових організацій поставлено вище вказані мета і задачі дослідження рівня ЕМВ від радіопередавальних засобів стільникового зв'язку.

У **другому розділі** розглянуто методи вивчення стану здоров'я населення, що зазнає впливу ЕМП мобільних терміналів стільникового зв'язку

В процесі дослідження було застосовано для вирішення теоретичні, інструментальні і розрахункові методи дослідження електромагнітної обстановки, створеної радіотехнічними засобами стільникового практичних задач мобільного зв'язку. На даний період не має єдиної методики дослідження впливу ЕМВ від радіопередавальних засобів стільникового зв'язку. Одні вчені пропонують досліджувати рівень впливу ЕМП з біологічної точки зору, не враховуючи при цьому ризику, які впливають на це. При дослідженнях потрібно враховувати і технічну характеристику радіопередавальних засобів стільникового зв'язку. Одні і ті ж самі базові станції, але з різними антенами, випромінюють різну ЕМЕ.

Проведено епідеміологічні дослідження з вивчення змін стану здоров'я користувачів стільниковими радіотелефонами.

Катастрофічні зміни стану здоров'я і зниження якості життя населення багатьох регіонів України, неефективність природоохоронних заходів використовуваних технологій вимагають проведення оцінки реального збитку від впливу явно високих рівнів факторів навколишнього середовища і розробку обґрунтованих рекомендацій з керування ризиком, розміщення пріоритетів для проведення оздоровчих і природоохоронних заходів.

Система гігієнічного регламентування, прийнята на сьогоднішній день в Україні, для забезпечення ефективної профілактики несприятливого впливу факторів навколишнього середовища і міжнародної гармонізації вимагає використання методів оцінки ризику.

Аналіз результатів досліджень показав, що ЕМП, створювані радіопередавальними засобами стільникового мобільного зв'язку є біологічно значимим фактором що впливає на функціональний стан організму людини і на екологічні системи.

У **третьому розділі** розглянуто характеристику електромагнітної обстановки, що створюється радіотехнічними засобами стільникового мобільного зв'язку.

Система стільникового зв'язку складається з ряду елементів, таких як базові приймально-передавальні станції, радіорелейні станції, комутаційні станції. Кінцевим елементом мережі є мобільний термінал, що забезпечує двосторонній бездротовий зв'язок абонента практично з будь-яким телефонізованим об'єктом.

Дія мережі стільникового зв'язку заснована на використанні базових приймально-передавальних станцій, що розташовуються в залежності від рельєфу місцевості й інших обставин на відстані від 1 до 35 км одна від одної, утворюючи між собою так звані «стільники» за допомогою радіорелейного зв'язку. Базові станції встановлюються в містах та інших населених пунктах, а також уздовж автомобільних доріг, по берегах рік і т. д., забезпечуючи зв'язок з персональними радіотелефонами. Інформація між мобільним терміналом і базовою станцією передається за допомогою ЕМ хвиль УВЧ діапазону.

Матеріали аналітичного огляду літератури та результати власних досліджень свідчать про те, що радіотехнічні засоби системи стільникового мобільного зв'язку є джерелами ЕМП ДВЧ-і УВЧ-діапазонів. За певних умов вони можуть створювати ЕМ забруднення територій населених місць і загрозу для здоров'я людини.

В даний час практично вся територія України покрита мережею базових станцій, які працюють у системі стільникового зв'язку стандартів GSM-900/1800, NMT-450і, забезпечуючи мобільний радіозв'язок у діапазоні частот 450...1800 МГц. Основними джерелами ЕМЕ в навколишнє середовище в місцях розміщення базових і комунікаційних радіорелейних станцій є антенні системи даних радіотехнічних об'єктів. Просторовий розподіл ЕМП антен базових і радіорелейних станцій характеризується пропорційною залежністю випромінюваної ГПЕ від технічних параметрів об'єкту (потужність передавача, середня потужність випромінювання, частота і т.д.) і обернено пропорційною залежністю від відстані до точки опромінення, висоти розміщення і робочого кута антени.

Максимальна потужність випромінювання кожної базової станції є індивідуальним фіксованим параметром і знаходиться в межах 25-60 Вт стандарт GSM-900/1800, DCS - 1800. Результати досліджень показали, що рівні ЕМП,

створюваних антенами базових станцій, на відстані від 1 до 200 м від антени на висоті 20 м коливається відповідно від 44.99 до 0.10 мкВт/см². При зниженні висоти розрахункової точки рівень ЕМП різко знижується і на висоті 2 м на відстані 1-200 м від антени він коливається від 1,1536 до 0,0016 В/м. Таким чином, на прилеглий території зафіксовані рівні ЕМП значно нижче нормативного ГДР, що в ультрависокочастотному діапазоні ЕМП складас 2,5 мкВт/см² (ДСанПіН 239-96) на висоті 2 м, але на висоті > 2 м спостерігається рівень, який перевищує ГДР. Все це свідчить про те, що необхідно вводити зону обмеження забудови, санітарну захисну зону можна не вводити.

Встановлено, що ГПЕ, створюваної радіорелейною станією, знижується в міру збільшення відстані від передавальної антени. Так, на відстані від 1 до 200 м від антени на висоті 20 м ГПЕ коливається від 0,3346 до 0,0890 мкВт/см для 23GHZ ННР Sing. від 5,5738 до 0,7276 МКВТ/см для FlexiHopper-38, від 6,3840 до 0,4512 МКВТ/см² для MINI-LINK 23 TN відповідно. З метою захисту населення від несприятливого впливу ЕМВ за діючими санітарно-гігієнічними регламентами [58] для такого типу радіорелейних станцій необхідно встановлювати зони обмеження забудови. При зниженні висоти розрахункової точки значення ГПЕ різко зменшується і на висоті 2 м на відстані 200 м від антени складас 0,0023 МКВТ/см² для 23GHZ НР Sing, 0,1384 МКВТ/см² для FlexiHopper-38, 0,2300 МКВТ/см² для MINI-LINK 23 TN.

За результатами проведених вимірів встановлено, що рівні побічного ЕМВ передавального устаткування систем стільникового зв'язку знаходяться значно нижче чутливості вимірювальних приладів і не складають загрози для здоров'я обслуговуючого ці об'єкти персоналу. Електромагнітна обстановка в приміщеннях будинків, на дахах яких встановлені антени базових і радіорелейних станцій, не відрізняється від фоновій, характерній для даного району в даному діапазоні частот.

Вплив рівня ЕМВ радіопередавальних засобів стільникового зв'язку вимагає подальшого дослідження і розроблення технічних заходів захисту від них. Введення

зони обмеження забудови не понизить рівень ЕМВ, але обмежить висоту знаходження людини.

Кінцевим елементом мережі стільникового зв'язку є мобільні термінали, які працюють у системі стандартів NMT-4501 і GSM-900/1800 на частотах УВЧ-діапазону (450, 900, 1800 МГц відповідно). Радіотелефон є специфічним джерелом ЕМВ, дія якого має переривчастий локальний характер. Джерелом ЕМВ мобільного терміналу є його антена. Найбільші рівні ГПЕ реєструються в безпосередній близькості від радіотелефону: ГПЕ на відстані 5 см від антени в залежності від типу (марки) телефону в системі стандарту NMT-4501 складає 316-1000 МКВТ/см, GSM-900- 20-159 МКВТ/см².

Результати епідеміологічних і клінічних досліджень осіб, що зазнають впливу ЕМП мобільних терміналів стільникового зв'язку, а також матеріали власних досліджень дозволили встановити порушення стану здоров'я користувачів, які виявляються загальмовозковою боллю, вигляді головного симптоматикою запаморочень, підвищеної втомлюваності та ін., описані в зарубіжній літературі як «синдром головного боллю» при дії ЕМП мобільних терміналів.

Результати досліджень показали, що мобільні термінали стандарту NMT-4501 створюють енергетичне навантаження на населення на рівні 0,1-0,97 Вт-год/см., що перевищує даний показник при використанні стільникових радіотелефонів, які працюють у системі стандарту GSM-900 (0,04-0,796 Вт-год/см²). При цьому що ЕМП, створюване мобільними терміналами досліджуваних стандартів, викликає зміни стану здоров'я користувачів, сприяючи розвитку явищ встановлено, неврастенічного синдрому.

Найбільш чутливою до дії даного фактору є вікова група 20-29 років (кореляційний коефіцієнт складає 0,6-0,69). При аналізі розподілу неврастенічного синдрому за статевими групами відзначається тенденція збільшення частоти неврастенічного синдрому стільниковими жінками, користуються радіотелефонами. При використанні мобільних терміналів стандартів NMT-4501 і GSM-900 відносний ризик розвитку неврастенічного синдрому збільшується практично в 2 рази.

Причому ефект від використання мобільних терміналів на розвиток неврастенічного синдрому більш виражений у молодому віці (ризик зростає в 4 рази). Результати розрахунку показника атрибутивного ризику показали, що причиною розвитку неврастенічного синдрому в 13 з 100 користувачів може бути вплив ЕМП мобільних терміналів.

Дані реографічних обстежень користувачів мобільних терміналів стандартів NMT-450i і GSM-900 свідчать про розвиток вегетативних дисфункцій в обстеженого контингенту церебральним населення, що виявляється церебральним ангіодистонічним синдромом і збільшенням гіперкінетики міокарду з його функціональним перенапруженням. Клінічно виявлені зміни церебральної та центральної гемодинаміки в обстежених осіб основної групи виявляються болями, неврастенічним кардіалгіями, головними синдромокомплексом: серцебиттям, запамороченнями, підвищеною втомлюваністю, психоемоційною лабільністю, порушенням формули сну та пн.

В цілому, виконаний комплекс досліджень свідчить про те, що під впливом ЕМП ДВЧ-, УВЧ-діапазонів, створюваних радіотехнічними об'єктами системи стільникового мобільного зв'язку, знаходиться значна частина населення України, що обумовлює зростаючу необхідність у всебічному вивченні дії даного фактора на організм людини. Це дозволить розробити і науково обґрунтувати нормативи на ЕМВ, створюване радіотехнічними об'єктами стільникового зв'язку, які будуть покладені в основу при розробці комплексу профілактичних заходів щодо забезпечення безпечних умов експлуатації даного устаткування населенням.

У **четвертому розділі** розроблено стартап-проект, його ідея полягає у впровадженні електромагнітних екранів цифрових технічних засобів.

Для екранування електромагнітних випромінювань застосовуються екрани з матеріалів, які повинні мати певні властивості: на високих частотах рекомендується використовувати матеріали з великим значенням магнітної проникності μ , а на низьких частотах – з високою провідністю σ .

Це пов'язано з тим, що на низьких частотах принцип екранування полягає в

тому, щоб силові лінії магнітного поля пройшли в основному в стінках екрана. На високих частотах електромагнітне поле викликає вихрові струми, що створюють поле, спрямоване назустріч зовнішньому і компенсує його.

Таблиця 1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Забезпечення електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів	Виробництво	Спрощення та здешевлення процесу створення екранів радіоелектронних засобів
	Наука	

Основним конкурентом розроблюваному проекту є пакет прикладного програмного забезпечення MathCAD, який дозволяє моделювати високочастотні пристрої.

Таблиця 2 – Матриця SWOT-аналізу

Сильні сторони: Простота Дешевизна Швидкодія	Слабкі сторони: Невідома компанія Відсутність стартового капіталу
Можливості: Розширення функціоналу Нові технології	Загрози: Продукти-замінники

Використавши SWOT-аналіз, визначено головні сильні та слабкі сторони запропонованого методу. З огляду на SWOT-аналіз можна прийти до висновку що нема потреби розробляти альтернативи ринкового

впровадження цього проекту.

Таблиця 12 – Структура бізнес-моделі впроваджуваної технології

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технології	Доступність технології
1	Забезпечення електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів	Caffe	Так	Ні
2		Keras	Так	Так
3		Ручне створення потрібних алгоритмів	Ні	Ні
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Keras				
Собівартість методу: 100 тис. гривень.				

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що є можливість ринкової комерсализації проекту оскільки на ринку є попит на таку продукцію. Але оскільки метою цього проекту не є матеріальне збагачення, продукт буде поширюватись вільно, безкоштовно та без обмежень, то комерсализація проекту не має сенсу.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідницькою роботою, у якій вирішена поставлена задача, вдосконалення системи нарахування плати за водокористування.

Основні результати роботи полягають наступному:

1. На основі комплексних натурних, експериментальних та епідеміологічних досліджень встановлено закономірності просторово-часового розподілу, визначено характер біологічної дії та науково обрунтовано гігієнічні регламенти і методи контролю ЕМВ, що створюється мобільними терміналами стільникового зв'язку естандарту GSM - 900, NMT-450i.

2. Встановлено, що рівні ЕМП, створюваного антенними системами базових і радіорелейних станцій стільникового зв'язку, залежать від технічних параметрів об'єкта, відстані до точки опромінення, висоти установки і робочого кута антени. Результати досліджень показали, що рівні ЕМП, створюваних антенами базових станцій, на відстані від 1 до 200 м від антени на висоті 20 м коливаються відповідно від 44,99 до 0,10 мкВт/см². При зниженні висоти розрахункової точки рівень ЕМП різко знижується і на висоті 2 м на відстані 1-200м від антени він коливається від 1,1536 до 0,0016 В/м. Таким чином, на прилеглій території рівні ЕМП зафіксовані ГДР, значно В нижче що нормативного ультра-високочастотному діапазоні ЕМП складас 2,5 мкВт/см² (ДСанПіН 239-96) на висоті 2 м, але на висоті > 2м спостерігається рівень, який перевищує ГДР. Все це свідчить про те, що необхідно вводити зону обмеження забудови, санітарну захисну зону можна не вводити.

3. Встановлено, що ГПЕ, створюваної радіорелейною станцією, знижується в міру збільшення відстані від передавальної антени. Так, на відстані від 1 до 200 м від антени на висоті 20 м ГПЕ коливається від 0,3346 до 0,0890 мкВт/см² для 23GHz HP Sing, від 5,5738 до 0,7276 мкВт/см² для FlexiHopper-38, від 6,3840 до 0,4512 мкВт/см² для MINI-LINK 23 TN відповідно. З метою захисту населення від діючими санітарно-гігієнічними регламентами для мкВт/см² несприятливого впливу ЕМВ такого типу радіорелейних станцій необхідно встановлювати зони обмеження значення ГПЕ різко забудови. При зниженні висоти розрахункової точки значення ГПЕ різко зменшується і на висоті 2 м на відстані 200м від антени складас 0,0023 мкВт/см² для 23GHz HP Sing, 0,1384 мкВт/см² для FlexiHopper-38, 0,2300 мкВт/см² для MINI- LINK 23 TN.

Рівні побічного ЕМП у технічних приміщеннях, де розташовується радіопередаюче устаткування, не перевищують нормативних значень і є безпечними для здоров'я обслуговуючого персоналу. 3. Антена мобільного терміналу стільникового зв'язку є джерелом ЕМВ УВЧ, іс якого має переривчастий локальний характер. Максимальні рівні густини потоку ЕМЕ реєструються в безпосередній близькості від мобільного терміналу і на відстані 5 см складають 316-1000 мкВт/см

(в стандарті NMT-450i) і 20-159 МКВТ/см (в стандарті GSM-900)%; при збільшенні відстані рівень ГПЕ різко знижується; більш високі рівні ГПЕ відзначаються в горизонтальній площині; характер просторового розподілу ЕМП значно змінюється в присутності абонента за рахунок поглинання тілом людини до 60 % випромінюваної потужності. Отже, мобільні термінали стільникового зв'язку створюють біологічно небезпечні рівні ЕМВ, які можуть негативно впливати на здоров'я людини.

4. Мобільні термінали стандарту NMT-4501 створюють енергетичне навантаження на населення на рівні 0,1-0,97 Вт-год/см, стандарту GSM-900 - на рівні 0,04-0,796 Вт-год/см. Проведеним епідеміологічним дослідженням встановлено, що ЕМП мобільних терміналів може викликати негативні зміни у стані здоров'я людини, сприяючи розвитку явищ неврастенічного синдрому. Найбільш схильною до дії даного фактора є вікова група 20-29 років; спостерігається тенденція до збільшення частоти неврастенічного синдрому серед жінок, що зазнають впливу ЕМП мобільних терміналів; відзначено зростання показника поширеності неврастенічного синдрому зі збільшенням тривалості впливу фактора (при середньодобовій експозиції 2 год. і енергетичному навантаженні 0,1 -0,97 Вт-год/см). Реографічні дослідження свідчать дисфункції у вегетативної користувачів стільниковими про розвиток радіотелефонами, що проявляється церебральним ангіодистонічним синдромом і збільшенням гіперкінетики міокарда з його функціональною перенапругою.

5. Пропонується продовжити дослідження в цій області для подальшого розроблення профілактичних заходів від впливу ЕМВ від стільникового мобільного зв'язку.

АНОТАЦІЯ

Дуданова А.О. Вплив рівня електромагнітного випромінення радіо передавальних засобів стільникового зв'язку на стан навколишнього середовища. – Рукопису.

Дисертація на здобуття магістерського наукового ступеня за освітньо-професійною програмою за спеціальністю 101 – екологія. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Міністерство освіти і науки України, Київ, 2019.

У дисертаційній роботі розглянуто проблему забруднення навколишнього середовища електромагнітним випромінюванням, що створюється радіотехнічними засобами стільникового мобільного зв'язку, та розробка профілактичних заходів щодо захисту населення від несприятливої дії даного фактору.

Розроблено та рекомендовано методики інструментального контролю і розрахункового прогнозу електромагнітної обстановки в місцях розміщення та експлуатації радіотехнічних засобів систем стільникового зв'язку. Визначено реальне навантаження на населення електромагнітної енергії, проведене дослідження по вивченню стану здоров'я користувачів стільниковими радіотелефонами, розроблено профілактичні заходи захисту населення від несприятливої дії електромагнітного випромінення.

Розроблено стартап-проект, ідея якого полягає у впровадженні електромагнітних екранів цифрових технічних засобів.

Для екранування електромагнітних випромінювань застосовуються екрани з матеріалів, які повинні мати певні властивості: на високих частотах рекомендується використовувати матеріали з великим значенням магнітної проникності μ , а на низьких частотах – з високою провідністю σ .

ANNOTATION

Dudanova A.O. Influence of the level of electromagnetic radiation of radio transmitting means of cellular communication on the state of the environment. - The manuscript.

Dissertation for a master's degree in educational and professional program in specialty 101 - ecology. - National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2019.

The dissertation deals with the problem of pollution of the environment by electromagnetic radiation, created by radio technical means of cellular mobile communication, and development of preventive measures for protection of the population from the adverse effect of this factor.

Methods of instrumental control and calculation forecast of electromagnetic environment in the locations and operation of radio equipment of cellular communication systems have been developed and recommended. The real load on the population of electromagnetic energy has been determined, a study has been conducted to study the health status of users with cellular radio telephones, and preventive measures have been developed to protect the population from the adverse effects of electromagnetic radiation.

A startup project has been developed, the idea of which is to introduce electromagnetic screens of digital hardware.

For shielding electromagnetic radiation, screens of materials with certain properties are used: at high frequencies it is recommended to use materials with a high value of magnetic permeability μ and at low frequencies with high conductivity σ .