

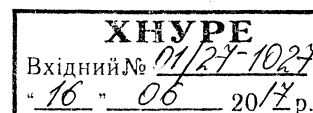
ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію **Стиценко Тетяни Євгенівни «Метод оцінки ефективності захисту медичного персоналу від впливу випромінювань надвисокої частоти»**, поданої до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – Біологічні та медичні прилади та системи

Цей відгук підготовлено за матеріалами дисертації, яка містить вступ, чотири розділи, висновок, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг дисертаційної роботи складає 170, включаючи 125 сторінок основного тексту стор. і містить 30 рисунків, 3 таблиці, список використаних джерел, який складається з 115 найменувань. Автореферат викладений на 18 стор.

Актуальність теми дисертації. Відомо, що сигнали міліметрового діапазону здатні суттєво впливати на біологічні об'єкти, навіть при інтенсивностях від 10^{-14} до 10^{-9} Вт/см². Це широко використовується в практичній медицині та біології. Значний вклад у розвиток застосування та вимірювання сигналів міліметрового діапазону внесли українські вчені: Є.А. Андреев, С.П. Сітько, В.П. Манойлов, Ю.О. Скрипник, О.Д. Черенков, О.П. Яненко, Л.Г. Гасанові та іноземні: Г. Фрьоліх, М.Д. Девятков, О.В. Бецький, М.Б. Голант, інші. Сьогодні зусилля вчених у цих технологіях спрямовано на вирішення загальнодержавних продовольчих проблем, зокрема, шляхом застосування електромагнітних технологій для підвищення врожайності тепличних культур. Дослідження останніх років, що проведені під керівництвом Н.Д. Девяткова, Е.М. Нефедова, Ф.І. Ізакова, І.І. Мартиненко, І.Ф. Бородіна, Г.Б. Іноземцева, Л.С. Червінського, Л.С. Кучина, О.Д. Черенкова, А.К. Черпньова та інших свідчать, що метаболічні процеси в біологічному об'єкті пов'язані з наявністю інформаційних процесів на основі електромагнітних полів міліметрового діапазону довжин хвиль.

На цей час тільки в Україні нараховується близько 30 типів біологічних та медичних приладів, а на теренах СНД біля 100 типів ("Явь", "АМРТ", "Електроніка", "ARIA-SC" та інші), які працюють у частотному діапазоні від 37 до 78 ГГц. Накопичено значний досвід у вивченні реакцій біологічних об'єктів на вплив низькоенергетичного електромагнітного випромінювання, який показує, що інформаційна дія електромагнітного поля на метаболічні процеси в біоб'єктах відбувається лише при певному поєднанні його параметрів (частоти, потужності, модуляції, стабільності частоти джерел випромінювання).



При цьому найбільшою проблемою, яка впливає на працездатність та має негативний вплив на здоров'я медичного персоналу, є їх непристосованість до «вітчизняних» умов експлуатації, які часто не узгоджуються з вимогами виробника. Насамперед, це стосується стану приміщень, мереж живлення та інженерних комунікацій. Також наявність електромагнітних перехідних процесів, що виникають через вплив міських та промислових споживачів, які можуть мати тривалість до кількох секунд та смугу частот до десятків мегагерц.

Враховуючи всі ці недоліки, виникає необхідність створення систем життєдіяльності та засобів, які за своїми властивостями забезпечили б біологічному об'єкту нормальне функціонування і дозволили оцінити ефективність захисту та забезпечити нормативне значення рівня випромінювання.

Методи, засоби та методики, які існують для захисту медичного персоналу, що працює під впливом випромінювання надвисоких частот, базуються на теорії електромагнітного поля. Проте, відомі нині методи та засоби мають свої недоліки та обмежену галузь застосування.

Тому дослідження існуючих і розробка нових підходів, а також оптимізація систем життєдіяльності, є актуальною науково-технічною задачею.

Робота виконувалася відповідно до тематичних планів проведення НДДКР у Харківському національному університеті радіоелектроніки (ХНУРЕ) за рахунок коштів державного бюджету. Дослідження та розробки відповідають фаховому напрямку Міністерства освіти і науки України «Новітні біотехнології: діагностика і методи лікування найпоширеніших захворювань» та перспективного напрямку розвитку науки і техніки в Україні. Основні результати дисертаційної роботи впроваджені в рамках виконання госпдоговірної теми: «Проведення експертизи технічних рішень системи захисту персоналу та навколишнього середовища від впливу електромагнітного випромінювання надзвичайно високих частот промислового устаткування», а також в навчальний процес на кафедрі біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки під час викладання дисциплін «Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами», «Діагностичні та терапевтичні прилади».

Обґрунтованість наукових положень висновків і рекомендацій, що викладені у роботі забезпечується коректним використанням математичного апарату, їх моделюванням на ЕОМ, результатами експериментальних досліджень. Основні наукові результатами доповідались і обговорювались різноманітних науково-технічних конференціях і семінарах.

Наукова новизна одержаних результатів.

Основні результати, що виносяться на захист, спрямовані на вирішення питань щодо розроблення метода оцінювання ефективності захисту медичного персоналу, удосконаленню існуючих методів та засобів захисту від впливу електромагнітного випромінювання.

Наукова новизна полягає в тому, що:

- вперше розроблений метод оцінки ефективності захисту медичного персоналу при комплексній дії електромагнітного випромінювання та запропоновано узагальнений критерій оцінки, що дозволило більш адекватно оцінити існуючі системи захисту;
- вдосконалена модель оцінки рівня ЕМВ, яка на відміну від відомих враховує всі джерела випромінювання, що дозволило одночасно оцінювати показники електромагнітного випромінювання для різних типів джерел;
- отримало подальший розвиток рішення задачі визначення параметрів багатопарових покриттів, що слабо відображають, при довільних кутах падіння електромагнітної хвилі і поляризації в широкому частотному діапазоні застосування медичних приладів і систем, що дозволило розрахувати коефіцієнт поглинання при різній товщині поглинача;
- отримав подальший розвиток метод розрахунку коефіцієнта захисту при впливі електромагнітного випромінювання на організм людини, що дозволило запропонувати систему захисту людини, яка забезпечує рівно ефективні захисні властивості по всьому об'єму тіла людини.

Практичне значення одержаних результатів.

До практичних результатів, які викладені в дисертації, слід віднести такі:

1. Проведено експериментальне дослідження поглинаючих матеріалів при дії електромагнітного випромінювання. Показано, що резистивний поглинаючий матеріал на основі пінополістиролу (EPS) з додаванням графіту, володіє тією особливістю, що дозволяє реалізувати розрахункові закони зміни комплексної діелектричної проникності.

2. Експериментально доведено, що можливо створити матеріал з якнайкращими коефіцієнтами відображення і поглинання в широкому діапазоні кутів падіння електромагнітної хвилі в нижній частині частотного діапазону. Застосування в матеріалі елементів конусоподібної форми, що відображають, приводить до істотного зростання коефіцієнта поглинання.

3. Експериментально встановлено, що матеріал для екранування ЕМВ на основі пінополістиролу (EPS) з додаванням графіту, володіє високими

екрануючими властивостями без використання складної технології виготовлення. Найкращими характеристиками в досліджуваному діапазоні частот був виявлений аквадаг з розміром частинок графіту 30–70 мкм.

4. Експериментальним шляхом встановлено, що ефективність захисту всіх частин тіла людини залежить від властивості тканини, що містить струмопровідну сітку і від кроку сітки. Чим крок сітки менше, тим вище ефективність екранування. Встановлено, що якщо радіозахисний одяг виконати з тканини, в якій змінний крок сітки, то рівень потужності електромагнітного випромінювання, що пройшов через екран, буде однаковим для всіх ділянок тіла людини.

Результати дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес на кафедрі біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки під час викладання дисциплін «Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами», «Діагностичні та терапевтичні прилади» та в навчальний процес Національної академії Національної гвардії України.

Результати дисертаційної роботи були впроваджені в роботу Харківського Державного підприємства «Центральне конструкторське бюро «Протон».

Оцінка основного змісту дисертації.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, проведено аналітичний огляд та визначено завдання дослідження, зв'язок із програмами і темами НДР та міжнародних проектів, сформульовано мету та завдання дисертаційної роботи, визначено особистий внесок здобувача в опублікованих роботах, надано інформацію про апробацію результатів дисертаційної роботи.

У **першому розділі** аналіз існуючих джерел електромагнітних полів, які впливають на медичний персонал при щоденній роботі, методів, які використовуються для визначення характеристик електромагнітного поля. В розділі наведено їх технічні характеристики, переваги та недоліки.

Для більш адекватної оцінки стану систем захисту запропоновано провести оцінку ефективності за допомогою визначення загального критерію.

На основі проведеного аналізу обґрунтовано напрями досліджень та сформульовано основні задачі, які необхідно вирішити для реалізації мети дисертаційної роботи.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячений розробці методу оцінки ефективності захисту медичного персоналу від впливу випромінювань надвисокої частоти, моделі електромагнітної обстановки в приміщенні з медичною апаратурою, вирішенню задачі визначення параметрів слабо відображаючих багатополосних покриттів при довільних кутах падіння електромагнітної хвилі, розробці методу

розрахунку коефіцієнту захисту електромагнітного випромінювання на організм людини, що знаходиться в захисному середовищі.

Розглянуто двошарову структуру поглинаючого покриття, що складається з шарів, які характеризуються хвильовими числами γ_1 і γ_2 , при цьому верхнє і нижнє півпростору характеризуються відповідно хвильовими числами γ_3 і γ_0 .

У **третьому розділі** було розроблено математичну модель біологічної системи життєдіяльності (БСЖ) та узагальнений критерій при дії електромагнітного випромінювання на біологічні об'єкти.

Синтез оптимальної БСЖ можливо виконати на основі узагальненого функціонально–статистичного критерію. При цьому в загальному випадку для синтезу необхідно знати багатовимірні закони розподілу ймовірностей випадкових векторів $X, X', Z, Z_1, U', U, Y, \Phi$, а також часткових та узагальнених витрат C . В останньому випадку в якості векторів X, X' можна обмежитися визначенням інтенсивності випромінювання НВЧ, яка визначається значенням електричної E та магнітної H складових.

Математична модель БСЖ будується аналогічно потенційній математичній моделі, при цьому приймаються реальні закони розподілу ймовірностей і різні алгоритми прийняття рішень, обумовлені обраним критерієм.

У **четвертому розділі** дисертаційної роботи проведено експериментальне дослідження поглинаючих матеріалів при впливі електромагнітного випромінювання на медичний персонал.

Для експериментальних досліджень застосовувалися прилади ПЗ–19, МЗ–63, МЗ–64, що працюють в діапазоні 3–75 ГГц. Матеріал виготовляють двох типів, які відрізняються між собою діелектричною проникністю основи, законом розподілу графіту в матеріалі і геометрією верхньої поверхні. В діапазоні частот від 10–75 ГГц і кутів падіння електромагнітної хвилі в межах 0–70° діелектрична проникність змінювалася від 1 до 2,0. Узгоджувальний шар виготовлявся з п'яти окремих пластин пінополістиролу з різною діелектричною проникністю, зростаюча від першого шару до останнього.

Представлена залежність коефіцієнта відбиття електромагнітної хвилі від поглинаючого матеріалу першого типу з узгоджувальним шаром і без нього у функції кута падіння для різних частот в досліджуваному діапазоні. Для матеріалу з рельєфною передньою поверхнею коефіцієнт відбиття істотно залежить від кута падіння ЕМВ і площини її поляризації на частоті 75 ГГц. Із збільшенням довжини електромагнітної хвилі, поглинаючі властивості РПМ значно погіршуються.

У **висновках** сформульовано основні теоретичні положення та результати роботи.

Відповідність дисертаційної роботи вимогам ДАК України

Матеріал дисертації наданий досить логічно і обґрунтовано. Кожен з чотирьох розділів має свою специфіку, котра у сукупності свідчить про цілісність та завершеність дисертаційної роботи.

Таким чином, представлена дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, яка написана науковою мовою. Зміст дисертації, структура, послідовність та повнота розв'язаних задач цілком відповідають темі роботи.

Повнота викладення у публікаціях

Робота пройшла достатню апробацію на багатьох міжнародних науково-технічних конференціях та симпозіумах. За темою дисертації опубліковано у 28 наукових працях, зокрема: 7 статей у наукових виданнях, що входять до переліку фахових видань України для публікації результатів дисертаційних робіт з технічних наук; 2 стаття у періодичному фаховому виданні, що входить до міжнародних науково-метричних баз даних, 1 стаття в закордонному виданні; 18 публікацій за матеріалами тез доповідей науково-практичних конференцій.

Недоліки та зауваження до роботи:

1) Формулювання мети дисертаційної роботи потребує уточнення. Авторкою невизначено, метод оцінки ефективності захисту медичного персоналу **від дії яких саме факторів** є метою ДР.

2) У п. 1 наукової новизни декларується, що здобувачкою «вперше розроблений новий метод оцінки ефективності захисту медичного персоналу при комплексній дії електромагнітного випромінювання та узагальнений критерій оцінки, що дозволило більш адекватно оцінити існуючі системи захисту». Однак **кількісних результатів оцінки адекватності методу** в роботі не зроблено.

3) Формулювання п.2 наукової новизни потребує уточнення. Здобувачка стверджує, що нею «вдосконалена модель оцінки рівня ЕМВ, яка на відміну від відомих враховує всі джерела випромінювання, що дозволило одночасно оцінювати показники електромагнітного випромінювання для різних типів джерел». Однак у тексті ДР та автореферату **модель оцінки рівня ЕМВ** відсутня, натомість представлені функціональна модель біологічної системи життєдіяльності та моделі систем захисту від ЕМВ.

4) У п. 2 висновків до другого розділу (стор. 78) стверджується що здобувачкою «вдосконалені моделі визначення рівня електромагнітного випромінювання, які впливають на біологічні об'єкти» і «це дозволило визначити показники електромагнітного випромінювання для різних типів джерел

випромінювання і їх інтенсивності...». Разом з тим жодних чисельних оцінок інтенсивності чи інших показників випромінювання для різних джерел поля у розділі 2 не здійснено. Розділ містить лише аналітичні вирази, отримані на базі класичних рівнянь електродинаміки Максвелла і фізичної оптики.

5) У п.5 висновків до розділу 3 (стор. 108) здобувачка стверджує, що нею «Проведено моделювання джерел паразитних випромінювань медичних приладів. Показано, що напруженість електромагнітного поля у разі екранування робочого місця розподілена по узагальненому закону Релея, у разі відсутності екранування – по простому закону Релея». Однак в розділі 3 окрім представлених аналітичних виразів немає жодних результатів моделювання джерел ЕМВ, які б підтвердили такий висновок.

6) Підписи під рисунками 4.10 (стор. 125) та рис. 4.11 (стор. 126) не відображають змісту відповідних функціональних залежностей (вказані рисунки не являються графіками Е- та Н-поляризацій).

7) У тексті ДР має місце невірний переклад окремих слів і словосполучень з російської на українську мову («відображення» – замість «відбиття», «хвилі, що відображають» – замість «хвилі, що відбивають», ПДУ (предельно допустимый уровень) – замість ГДР (гранично допустимий рівень), «минулої потужності» - замість «вихідної потужності» та інші (стор. 16-19,24,25,39,48, ...125). Також в ДР і у авторефераті наявні окремі друкарські помилки (**управління** - рис. 1 автореферату, проведення **оцінка** ефективності - стор.6 автореферату та ін.).

8) Оформлення окремих формул (формули 1,2-1,5) у ДР (стор. 24-25) не відповідає п.7.10 правил ДСТУ 3008-95 (символ * не використовується у формулах в якості знаку множення).

Перелічені зауваження не впливають на загальний високий науковий рівень і практичну цінність дисертаційної роботи.

Висновки:

1. Дисертаційна робота **Стиценко Тетяни Євгенівни «Метод оцінки ефективності захисту медичного персоналу від впливу випромінювань надвисокої частоти»**, є актуальною завершеною науковою працею, яка у сукупності розв'язує науково-прикладну задачу розроблення метода оцінювання ефективності захисту медичного персоналу, удосконаленню існуючих методів та засобів захисту від впливу електромагнітного випромінювання,

2. Робота відповідає спеціальності 05.11.17 – Біологічні та медичні прилади і системи.

3. Автореферат об'єктивно і повно відображає зміст дисертації.

4. У цілому за змістом, оформленням і науково-практичними результатами дисертаційна робота **Стиценко Тетяни Євгенівни «Метод оцінки ефективності захисту медичного персоналу від впливу випромінювань надвисокої частоти»**, відповідає вимогам ДАК України, оскільки в ній отримані нові науково обґрунтовані результати у галузі створення біологічних та медичних приладів та систем.

5. Автор дисертації **Стиценко Тетяни Євгенівни** заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – Біологічні та медичні прилади і системи.

Проректор з наукової роботи,
професор кафедри біомедичної інженерії
Вінницького національного
технічного університету, д.т.н., проф.



С.В Павлов

