

ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук Дакової Лариси Валеріївни на дисертаційну роботу Бахтіярова Дениса Ілшатовича на тему: «Метод підвищення ефективності використання радіотехнічних пристроїв моніторингу електромагнітної обстановки в урбанізованих середовищах», яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій

Актуальність теми дисертаційної роботи

За останні роки обладнання радіомоніторингу еволюціонувало з такою ж швидкістю, як і системи передачі даних по радіоканалах. Перелік завдань, що вирішуються системою радіомоніторингу, включає ідентифікацію електромагнітних випромінювань для виявлення джерел та перешкод сигналу, вимірювання параметрів сигналів та завад, оцінку ризику для користувача, вимірювання рівнів електромагнітного випромінювання або щільність потоку енергії, визначення положення джерела електромагнітного випромінювання та перешкод.

Основні функції моніторингу електромагнітних випромінювань або періодичне спостереження за ефіром в широкому діапазоні частот, виявлення та придушення каналів витоку інформації за рахунок електромагнітних випромінювань, організація інших заходів для запобігання витоку конфіденційної інформації з контрольованих зон різних відділів та суб'єктів господарювання шляхом, вимірювання площ енергетичного покриття ґри оцінці якості радіозв'язку. Зокрема, пристрої моніторингу дозволяють перевірити радіотехнічні пристрої та комп'ютери на наявність побічних електромагнітних випромінювань та наведень.

Аналіз досвіду створення технічних рішень для радіомоніторингу показав, що методи проектування розроблялись протягом тривалого періоду

№ 011. 03/2021
Big 03.03.2021

часу, але технічні особливості їх системної структури були недостатньо розвиненими. Вирішенням даної проблеми полягає у розвитку методологічних основ синтезу технічних засобів забезпечення електромагнітної доступності, які є складовою частиною комплексу моніторингу електромагнітних випромінювань, на базі розвитку методів розрахунку (прогнозування) енергетичних втрат і оптимального перерозподілу ресурсів в додатку до завдань прийому електромагнітних випромінювань.

Прикладна частина, яка використовується для вирішення даної проблеми, включає перевірку аналітичних підходів та розробку методів забезпечення моніторингу електромагнітних випромінювань, оцінку операційної ефективності для забезпечення електромагнітної доступності з урахуванням впливу урбанізованого середовища на характер розповсюдження електромагнітних випромінювань.

Проблема підвищення ефективності використання пристроїв моніторингу електромагнітних випромінювань стала актуальною внаслідок збільшення кількості міжнародних контактів та лібералізації ринку засобів радіозв'язку, а також загроз з боку зловмисників, які збирають інформацію про промислові та економічні таємниці державних та комерційних установ. Поява на новому рівні проблеми захисту інформації та розрахунку периметрів контрольованих зон наочно продемонстрували певне наукове і особливо технічне відставання вітчизняних засобів радіомоніторингу, здатних адекватно протистояти даними загрозам при проведенні контролю рівнів електромагнітних випромінювань, виявленні і локалізації потенційно небезпечних джерел радіовипромінювання, виявленні електромагнітних випромінювань і наведень, здатних призвести до витoku конфіденційної інформації.

Аналіз структури і змісту роботи

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та чотирьох додатків. Повний обсяг дисертації складає 205 сторінок, основний текст - 175 сторінок, 75 ілюстрацій, 32 таблиці список використаних джерел містить 111 найменувань.

У *вступі* обґрунтовано актуальність тематики дисертаційних досліджень, обґрунтовується мета досліджень, наводиться об'єкт та предмет досліджень, сформулюється наукова новизна, практична значимість та достовірність отриманих наукових результатів.

У *першому розділі* обґрунтовується необхідність та значимість підвищення ефективності використання радіотехнічних пристроїв моніторингу електромагнітної обстановки в урбанізованих середовищах. Показується, що вирішення сформульованої науково-прикладної задачі полягає в уточненні моделей розповсюдження електромагнітних випромінювань та методах їх оцінки. Доводиться, що для уточнення моделей розповсюдження електромагнітних випромінювань необхідне використання нових системоутворюючих факторів - складних розрахунків втрат енергії під час розповсюдження електромагнітного випромінювання.

У *другому розділі* обґрунтовано метод уточнення моделей розповсюдження електромагнітних випромінювань на основі виявлених структурних закономірностей розподілу електромагнітного поля всередині приміщень; створюється модель оцінки рівнів електромагнітних випромінювань в урбанізованих середовищах на основі розроблених формульних залежностей затухання електромагнітних випромінювань в залежності від частоти та віддаленості від джерела.

У *третьому розділі* основна увага приділяється розробці методу синтезу багатоетапного процесу виявлення неконтрольованих та неліцензованих джерел електромагнітних випромінювань в умовах складної структури електромагнітного поля; створюється метод підвищення інтегральної чутливості на основі принципів оптимального проектування радіотехнічних

вузлів пристроїв моніторингу електромагнітної обстановки; розроблюється програмне забезпечення для визначення периметру зони електромагнітної доступності на основі запропонованих методів уточнення моделей розповсюдження електромагнітних випромінювань; проводиться оцінка підвищення ефективності використання пристроїв моніторингу електромагнітної обстановки на основі просторово-частотно-часового підходу.

У *четвертому розділі* проводиться експериментальна верифікація розроблених методів підвищення ефективності використання радіотехнічних пристроїв моніторингу та оцінки рівнів основних та побічних електромагнітних випромінювань в урбанізованих середовищах.

У *висновках* підведений підсумок отриманих наукових та практичних результатів досліджень.

У *додатках* наведені акти впровадження результатів дисертаційної роботи, що використовувались в дослідженнях, характеристика найпоширеніших моделей розповсюдження електромагнітних випромінювань всередині приміщень, лістинг коду запропонованого програмного продукту.

Наукові результати, отримані в ході досліджень

У ході проведених дисертаційних досліджень автором одержано наступні наукові результати.

1. Вперше розроблено метод підвищення ефективності використання пристроїв моніторингу електромагнітної обстановки у системах радіотехніки малого радіусу покриття за рахунок удосконалення структури системи моніторингу та використання нових структурних закономірностей розподілу поля всередині приміщення, що дозволило уточнити існуючі моделі розповсюдження електромагнітних випромінювань.

2. Набули подальшого розвитку розрахункові методи визначення зони електромагнітної доступності з урахуванням особливостей розповсюдження радіосигналів всередині приміщень на етапі проектування будівлі, що

дозволило визначати периметр території, за межами якої унеможлиблюється перехоплення радіосигналу.

3. Вперше розроблено метод оцінювання рівнів електромагнітних випромінювань радіотехнічними засобами моніторингу електромагнітної обстановки, що полягає в синтезі чотирьох етапного процесу виявлення їх джерел в урбанізованому середовищі в умовах складної структури електромагнітного поля, що дозволяє зменшити тривалість пошукового процесу та підвищити достовірність одержаної інформації.

4. Удосконалено принципи оптимального проектування радіотехнічних вузлів та пристроїв моніторингу електромагнітної обстановки через врахування детермінованих та випадкових відхилень параметрів електромагнітного поля всередині приміщень, що дозволило підвищити інтегральну чутливість засобів моніторингу електромагнітної обстановки та точність прогнозування електромагнітного поля з урахуванням особливостей джерел випромінювань.

Практичне значення результатів

Практичне значення результатів, одержаних під час дисертаційних досліджень, полягає у:

- виведені розрахунково-графічні залежності коефіцієнту затухання електромагнітних випромінювань дають можливість уточнити існуючі моделі розповсюдження електромагнітних випромінювань всередині приміщень.

- розробці додатку в середовищі JavaScript, що спрощує проведення розрахунків зони ЕМД з урахуванням особливостей розповсюдження електромагнітних випромінювань всередині приміщень на етапі проектування будівлі та дозволяє визначати периметр території, за межами якої унеможлиблюється перехоплення радіосигналу.

- розробці структури системи моніторингу електромагнітної обстановки, що включає чотирьохетапний процес визначення

місцезнаходження джерел електромагнітних випромінювань та забезпечує підвищення швидкодії цього процесу в умовах радіоперешкод та складної електромагнітної обстановки.

- методиці прийняття рішення про наявність джерел «невідомих» електромагнітних випромінювань з урахуванням детермінованих та випадкових відхилень параметрів електромагнітного поля всередині приміщень, що дозволяє в умовах складної структури електромагнітного поля проводити моніторинг електромагнітної обстановки та отримувати результати з високим рівнем достовірності.

- результати теоретичних та експериментальних досліджень підтверджуються їх застосуванням секторах інформаційних технологій і охорони державної таємниці, технічного та криптографічного захисту інформації Сумської митниці ДФС (акт реалізації від 03.12.2018 р.); діяльності Навчально-науково-виробничого комплексу «Інформаційно-комунікаційні системи» (акт реалізації від 25.05.2019 р.); в навчальному процесі Національного авіаційного університету (акт реалізації від 05.11.2020 р.).

Публікації та апробація результатів

Результати виконаних автором особисто досліджень відображено у 30 наукових працях, у тому числі 4 статтях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та Web of Science, дві публікації у періодичному науковому виданні держави, що входять до Організації економічного співробітництва та розвитку та Європейського Союзу, 10 статтях у провідних наукових фахових виданнях та 15 збірниках матеріалів і тез конференцій. Зазначені публікації з достатньою повнотою відображають зміст дисертаційної роботи та її основні положення.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Результати роботи є науково обґрунтованими і не суперечать фізичним законам та існуючим уявленням про взаємодії об'єктів матеріального світу. Усі наукові положення ґрунтуються на математичному моделюванні реальних процесів та глибокому аналізі об'єкту дослідження. При виконанні роботи коректно використані положення теорії розповсюдження електромагнітних випромінювань, методи обробки експериментальних даних. Оцінка адекватності теоретичних і практичних результатів проводилась на основі методів математичної статистики.

Відповідність роботи встановленим вимогам оформлення дисертацій

Дисертація написана загальноприйнятою науковою мовою, з використанням сучасної наукової термінології. Робота являє собою завершену працю, виконану на високому науковому рівні, має суттєве практичне значення та містить нові науково обґрунтовані теоретичні і практичні результати, що в сукупності вирішують важливу науково-технічну задачу підвищення ефективності використання радіотехнічних пристроїв моніторингу електромагнітної обстановки в урбанізованих середовищах.

Зміст дисертації виважений та цілісний, робота відповідає темі досліджень, вимогам п. 11 «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, а також паспорту спеціальності 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій.

Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням дисертаційної роботи.

Недоліки дисертаційної роботи:

1. В першому розділі дисертаційної роботи визначено, що моделі розповсюдження електромагнітних випромінювань можуть бути розділені на три основні групи: емпіричні; детерміновані; стохастичні, однак детально розглянуто тільки першу.

2. Наведена на рисунку 2.16 (сторінка 87 дисертаційної роботи та 6 автореферату) графічна залежність затухання електромагнітного поля не зовсім вдало відображена в чорно-білому виконанні, що ускладнює її сприйняття.

3. З тексту підрозділу 2.5 дисертаційної роботи не зовсім зрозуміло чи розглядались інші методи апроксимації для обробки експериментальних даних.

4. В таблиці 3.5 на сторінці 138 дисертаційної роботи та сторінці 12 автореферату не вистачає комірки з поясненням «Тип пристроїв МЕО / Затрати часу».

5. При проведенні експериментальних досліджень доцільно було б використовувати більш сучасну вимірювальну техніку фірми Rohde & Schwarz.

Проте, необхідно зазначити, що вказані зауваження не впливають на новизну та цінність отриманих автором науково-технічних результатів дисертаційного дослідження.

Рекомендації по використанню результатів дисертації

Результати дисертації можуть бути використані для розрахунку зони електромагнітної доступності при проведенні заходів моніторингу електромагнітної обстановки в урбанізованих середовищах.

ВИСНОВОК

1. Вважаю, що дисертаційна робота Бахтіярова Деніса Ілшатовича на тему: „Метод підвищення ефективності використання радіотехнічних пристроїв моніторингу електромагнітної обстановки в урбанізованих середовищах” за змістом є закінченим науковим дослідженням, у якому отримані нові наукові результати, цілком відповідає вимогам „Паспорту” спеціальності 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій.

2. Автор дисертації є кваліфікованим фахівцем, глибоко вник в суть проблеми, добре володіє сучасними методами досліджень та вмело використовує їх для вирішення комплексу поставлених науково-технічних задач.

3. Автореферат дисертації повністю відповідає змісту дисертації.

4. Дисертаційна робота за актуальністю, науковою новизною та практичною цінністю відповідає вимогам ДАК України „Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань”, а її автор – Бахтіяров Деніс Ілшатович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій.

Офіційний опонент,
доцент кафедри мобільних
та відеоінформаційних технологій
Державного університету телекомунікацій,
кандидат технічних наук



Л.В. Дакова

Підпис Дакової Л.В.

Засвідчую

Учений секретар ДУТ



О.В. Попов