

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, кандидата фізико-математичних наук, доцента
ПУЗИРЬОВА Сергія Володимировича
на дисертаційну роботу
УХАНЯ Єгора Олександровича
на тему «Методи та засоби формування контрольованих зон
в бездротових комп'ютерних мережах»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 12 Інформаційні технології
за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

Актуальність теми дисертації

Масштабна інтеграція сучасних бездротових комунікацій у контури управління підприємств, державних установ та критично важливих об'єктів висуває підвищені вимоги до систем забезпечення кібербезпеки. Специфічні властивості радіоефіру як відкритого та фізично незахищеного середовища поширення сигналів роблять бездротові комп'ютерні мережі (БКМ) першочерговою цілком для загрози радіорозвідки, несанкціонованого проникнення та цілеспрямованого зашумлення. Як показує детальний аналіз поточної інженерної практики, стандартні інструменти логічного рівня, зокрема протоколи автентифікації та шифрування WPA2 і WPA3, виявляються безсилими перед атаками фізичного рівня (L1). Серед них найбільш критичними є DDoS-атаки типу Deauthentication Flood, пасивне перехоплення пакетів авторизації, а також впровадження в інфраструктуру фальшивих точок доступу «Evil Twin».

Класичні методи захисту, що спираються на пасивне радіоекранування або використання геометрії кліток Фарадея, характеризуються високою вартістю, капіталомісткістю та повною статичністю, що робить їх непридатними для адаптації до змінної заводової обстановки. За таких умов вкрай актуальним науково-прикладним завданням є створення динамічних комплексних механізмів формування контрольованих зон (КЗ). Запропонована здобувачем концепція інтеграції фізичних методів обмеження зон покриття (Transmit Power Control, спрямовані антени) з активними програмно-апаратними інструментами селективного пригнічення (смарт-джаммерами) та системами інтелектуального моніторингу ефіру (WIDS/WIPS) дозволяє вирішити цю проблему.

Таким чином, дисертаційне дослідження Є. О. Уханя, спрямоване на підвищення захищеності БКМ, є своєчасним, актуальним та має суттєву практичну цінність для комп'ютерної інженерії.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

– **вперше розроблено** метод позиціонування WiFi-джаммерів, який, на відміну від існуючих, реалізує нормалізацію покриття радіосигналу для формування контрольованої зони, що дозволяє локалізувати сигнал у приміщеннях зі складною геометрією без використання екранування;

– **удосконалено** комбінований метод створення контрольованої зони, який, на відміну від існуючих, поєднує фізичне регулювання потужності передавача та логічну ідентифікацію пристроїв (цифровий відбиток пристрою), що дозволяє підвищити рівень виявлення несанкціонованих точок доступу під час атак типу «злий двійник» до 91,5 %, зберігаючи працездатність системи на рівні 88,5 % у складних заводських середовищах;

– **удосконалено** модель формування контрольованої зони, яка, на відміну від існуючих, реалізує шестиетапний цикл від RF-моделювання до адаптивного управління трафіком, що забезпечує цілісність внутрішнього та зовнішнього периметрів мережі;

– **набув подальшого розвитку** метод аналізу безпеки бездротового зв'язку за стандартами 3-го та 4-го поколінь, який, на відміну від існуючих, використовує штучний інтелект, що дозволяє динамічно змінювати рівні шифрування залежно від виявленого типу загрози.

Наукова значущість отриманих результатів визначається створенням комплексного методологічного базису для побудови систем просторового захисту інформації. Автор успішно об'єднав контроль логічних параметрів мережі та фізичних характеристик радіоканалів у межах єдиного автоматизованого процесу генерації контрольованої зони. Побудовані математичні моделі спираються на чіткі фізичні метрики середовища (RSSI, SNR та коефіцієнти просторового затухання), що забезпечує високу достовірність моделювання. Обґрунтованість такого підходу підтверджена вагомим зниженням рівня невизначеності даних порівняно з методами, які обмежуються лише логічним аналізом мережевих пакетів.

Окремо слід виділити наукову цінність формалізованого методу оптимального позиціонування WiFi-джаммерів за допомогою модифікованого алгоритму ройового інтелекту (PSO). Застосування цього апарату дозволило розв'язати проблему багатокритеріальної оптимізації енергетичного покриття, що усуває необхідність суб'єктивного емпіричного підбору параметрів розташування засобів захисту. Надійність системи тепер базується на критеріях ізоляції ефіру.

Достовірність результатів дисертації підтверджується коректним

застосуванням математичного апарату, детальним оглядом сучасних вітчизняних та світових наукових джерел, а також натурними експериментами в лабораторії площею 60м² на базі обладнання MikroTik CCR2116 та сенсорів ESP32.

Матеріали дослідження пройшли належне оприлюднення в 11 наукових працях (зокрема у фахових виданнях категорії «Б» та базі Scopus), захищені свідоцтвом про реєстрацію авторського права під керівництвом д.т.н., професора Журавської І. М., та виконані в межах державної НДР № 0121U109898 ЧНУ ім. Петра Могили (наук. керівник проф. Трунов О. М.).

Таким чином, у дисертації Уханя Є. О. успішно вирішено важливе науково-прикладне завдання, що полягає у створенні комбінованих методів та програмно-апаратних засобів формування контрольованих зон у бездротових комп'ютерних мережах. Зміст роботи та отримані результати свідчать про те, що здобувач повною мірою опанував методологію проведення наукових досліджень та володіє високою кваліфікацією науковця й інженера.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Уханя Є. О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія та предметної області освітньо-наукової програми «Комп'ютерна інженерія».

Представлена дисертація є завершеною кваліфікаційною науковою працею, виконаною на високому науково-технічному рівні. Структура роботи є логічною та послідовною. Загальний обсяг становить 115 сторінок, включаючи 22 рисунки, 10 таблиць та 5 додатків.

Усі додатки (А–Д) містять цінні практичні матеріали: акти впровадження, тексти конфігураційних скриптів RouterOS v7 та коди оригінальних прошивок для мікроконтролерів ESP32, що підтверджує високий рівень інженерної підготовки здобувача. Перевірка дисертації на наявність текстових збігів підтвердила високий рівень унікальності тексту, відсутність плагіату чи фабрикації даних, що свідчить про безумовне дотримання автором принципів академічної доброчесності.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота виконана державною мовою із чітким дотриманням правил сучасної науково-технічної термінології. Текст є логічно послідовним, структурованим та аргументованим; наукові ідеї та результати експериментів викладено у зрозумілій і доступній для сприйняття формі.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, наведених після кожного розділу, та 5 додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 115 сторінок.

У вступі належним чином розгорнуто актуальність, сформульовано мету,

об'єкт, предмет та 4 завдання дослідження, розкрито наукову новизну та прикладну цінність.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати, отримані в ході виконання дисертації, представлені у 11 наукових публікаціях здобувача. Зокрема, це: три статті, опубліковані у наукових виданнях, що на дату публікації були включені до переліку фахових видань України категорії «Б»; одна стаття, опублікована у періодичних виданнях, індексованих у міжнародній базі даних Scopus; шість публікацій, що внесені до матеріалів та тез доповідей наукових конференцій; а також одне свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір.

Результати дисертаційного дослідження також пройшли апробацію на шести наукових фахових конференціях.

Публікації здобувача змістовно відображають ключові положення, основні результати, висновки та рекомендації, викладені у дисертації. Як кількість, так і якість наукових публікацій свідчать про належне та повне оприлюднення результатів наукового дослідження. Всі публікації виконані з дотриманням загальноприйнятих принципів академічної доброчесності, зокрема, у роботах наведено відповідні посилання на використані джерела інформації. У статтях, опублікованих у співавторстві й безпосередньо пов'язаних з темою дисертації, основні ідеї були запропоновані та досліджені здобувачем самостійно.

Отже, наукові результати, викладені в дисертації, повністю відображені у публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

Водночас, поряд з позитивною оцінкою дисертації Уханя Єгора Олександровича, представлене на захист наукове дослідження, як і будь-які нові наукові роботи, містить окремі дискусійні положення, які потребують додаткової аргументації або роз'яснення дисертантом під час публічного захисту для врахування у подальших наукових розробках з обраної тематики:

1. Недостатній аналіз чутливості REM-карт до випадкових похибок вимірювання. Запропонована у другому розділі аналітична модель поширення радіохвиль використовує фіксовані параметри затухання стін (L_f). Проте в роботі бракує аналізу стійкості (чутливості) результуючих радіоекологічних карт (REM) до стохастичних (випадкових) коливань параметрів середовища та завод. Бажано було б побачити розрахунок дисперсії похибки моделювання в умовах випадкового

затінення ефіру, що дозволило б чітко визначити межі адекватності побудованої моделі при її експлуатації в реальних, динамічно змінних просторових умовах.

2. Абстрагованість від оцінки похибки збіжності оптимізаційного алгоритму PSO. При застосуванні модифікованого алгоритму ройового інтелекту для позиціонування джаммерів автор оперує координатами часток рою. Разом з тим, у роботі недостатньо розкрито аналіз похибок збіжності алгоритму залежно від вибору початкових значень цільової функції. Було б доцільно надати порівняльну оцінку середньоквадратичної похибки визначення просторових координат джаммера при різних варіантах розмірності простору пошуку, щоб підтвердити стійкість алгоритму проти потрапляння в локальні екстремуми.

3. Брак диференціації похибок першого та другого роду при профілюванні пристроїв. У третьому розділі описано комбінований метод виявлення несанкціонованих точок доступу на основі девайс-фінгерпринтингу із загальною точністю 91,5 %. Проте в дисертації не наведено чіткого математичного розділення результуючої похибки на помилкові спрацьовування (False Positive) та пропуски атак (False Negative). Відсутність детального аналізу цих похибок ускладнює оцінку ризику хибної активації смарт-джаммерів проти легітимних користувачів мережі за умов інтенсивного трафіку.

4. Необґрунтованість впливу часового джитеру на загальну похибку реакції системи. При оцінці часової латентності контуру активної протидії в четвертому розділі (2,15–2,55 с) автор не враховує похибку, яка вноситься часовим джитером (Jitter) службових повідомлень SNMP Trap. Оскільки передача цих пакетів від сенсорів ESP32 до центрального шлюзу комутації здійснюється через радіоканал, часові затримки та коливання часу доставки в умовах наявності інтерференційних завад можуть суттєво змістити загальну похибку часу реакції WIPS-системи, що потребувало додаткового аналітичного дослідження.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Уханя Єгора Олександровича на тему «Методи та засоби формування контрольованих зон в бездротових комп'ютерних мережах» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для сфери комп'ютерної інженерії. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам пп.6–9 «Порядку присудження ступеня доктора

філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (з урахуванням змін).

Здобувач Ухань Єгор Олександрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

Рецензент,

доцент кафедри комп'ютерної інженерії

Чорноморського національного

університету імені Петра Могили,

канд. фіз.-мат. наук, доцент

Сергій ПУЗИРЬОВ

« ____ » _____ 2026 р.