



ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ РОЗВІДКИ
МІНІСТЕРСТВА ОБОРОНИ УКРАЇНИ

ВОЄННА АКАДЕМІЯ
ІМЕНІ ЄВГЕНІЯ БЕРЕЗНЯКА

Код Т-1012

28. 11. 2025р.

№ 222/ВА/2046

04000, 04000

Голові разової спеціалізованої вченої ради ID 11347
Інституту телекомунікацій і глобального
інформаційного простору Національної академії
наук України

доктору технічних наук, професору
Юрію КАЛЮХУ

03186, м. Київ, Чоколівський бульвар, 13

ВІДГУК

офіційного опонента, начальника другої кафедри Другого навчально-наукового інституту Воєнної академії імені Євгенія Березняка, доктора технічних наук, професора Коробчинського Максима Володимировича на дисертацію Дзюби Володимира Андрійовича на тему “Інформаційна технологія моніторингу мереж радіозв’язку”, представлену на здобуття ступеня доктора філософії галузі знань 12 – інформаційні технології за спеціальністю 122 – комп’ютерні науки

Актуальність теми дисертації. Сучасний розвиток технологій радіозв’язку, зростання обсягів переданого трафіку та різке ускладнення радіоелектронного середовища перетворюють радіочастотний спектр на ключовий стратегічний ресурс держави. У цих умовах управління спектром і здійснення радіомоніторингу вимагають сучасних, технологічно досконалих підходів, здатних забезпечити високий рівень оперативності, точності та адаптивності в умовах невизначеності. Традиційні засоби технічного контролю, що базуються на статичних алгоритмах та апаратно-фіксованій структурі, виявилися недостатніми для функціонування в умовах високої динаміки спектра, появи складних сигналів, активного застосування завад та частотних змін.

Наукове дослідження Дзюби В.А. присвячене формуванню інтелектуальної інформаційної технології моніторингу мереж радіозв’язку, заснованої на інтеграції методів глибинного машинного навчання, когнітивної обробки сигналів, адаптивної спектральної фільтрації та SDR-технологій. Реалізація цієї

концепції дозволяє суттєво підвищити ефективність та оперативність оцінювання параметрів радіовипромінювань в умовах нестабільної та агресивної радіоелектронної ситуації. Особливої актуальності тема набуває в умовах широкомасштабної збройної агресії проти України, коли ефективність радіомереж безпосередньо впливає на управління військами, безпеку інфраструктури та інформаційну стійкість держави. Проблематика моніторингу мереж радіозв'язку охоплює питання аналізу параметрів сигналів, виявлення джерел радіовипромінювання, оцінювання стійкості каналів та контролю спектрального навантаження. Інтенсифікація використання програмно-визначеного радіо відкрила можливості для програмної модифікації архітектури систем, проте потребує розроблення інформаційних технологій, здатних об'єднати засоби автоматичного збору, оброблення та аналізу радіо даних у масштабах реального часу. Водночас сучасні алгоритми штучного інтелекту та нейронних мереж дозволяють суттєво підвищити рівень автоматизації процесів аналізу, забезпечити когнітивні механізми прийняття рішень і створити системи нового покоління, що поєднують апаратне та програмне забезпечення в єдину адаптивну структуру. Саме тому розвиток і впровадження інформаційної технології моніторингу мереж радіозв'язку, орієнтованої на реальні бойові та цивільні умови, є вкрай актуальним завданням науки та практики.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

На основі теоретичних та експериментальних досліджень отримано такі результати:

вперше:

запропоновано інтегровану математичну модель управління динамічним розподілом частотного ресурсу для радіомереж у умовах радіоелектронної протидії, яка об'єднує когнітивне сприйняття спектра, елементи теорії ігор (для узгодження інтересів багатьох користувачів), адаптивне керування та методи підкріплювального і глибинного навчання у єдину керуючу систему;

розроблено та експериментально реалізовано програмний модуль навчання CNN на синтетичних даних для задач радіомоніторингу; забезпечено розпізнавання більше 15 класів сигналів у діапазоні 30 МГц – 6 ГГц з точністю більше 95% при варіативних SNR і частотному маневруванні; створено алгоритмічний комплекс інтелектуального аналізу сигналів (виявлення – класифікація – локалізація), стійкий до низького SNR, мультипасу та частотних перестроювань; комплекс поєднує енергетичні, кореляційні та спектрально-фазові ознаки з механізмами адаптивного порогування і злиття даних;

удосконалено методику динамічного управління спектром на основі Q-навчання: введено моделі функції корисності з вагами для пропускної здатності, завадостійкості, енергоспоживання і швидкодії, а також критерії оцінювання (час реакції, стабільність, точність), що забезпечують збіжність рішень в умовах РЕБ;

набула подальшого розвитку технологія моделювання SDR-систем (GNU Radio / MATLAB) для відтворення бойових сценаріїв РЕО та перевірки робастності розроблених алгоритмів; показано відтворюваність показників точності/часу реакції та можливість інтеграції модулів у прикладні стенди.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Дзюби Володимира Андрійовича повністю відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт за спеціальністю 122 “Комп’ютерні науки”. Робота є завершеною науковою працею. Звіт про перевірку на текстові збіги підтверджує, що дисертація є самостійним дослідженням, не містить елементів плагіату та має належні посилання на використані джерела.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Матеріал викладено структуровано, послідовно та з використанням коректної наукової термінології.

Структура дисертації є класичною та логічно обґрунтованою, забезпечуючи послідовний перехід від постановки проблеми до її вирішення та верифікації результатів. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг становить 162 сторінки.

У *вступі* обґрунтовано актуальність дослідження, визначено його зв'язок зі швидкозмінними умовами радіоелектронного середовища, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет, розкрито наукову новизну, практичну цінність і наведено загальну характеристику роботи.

У *першому розділі* дисертації проведено системний аналіз принципів і методів радіомоніторингу, класифіковано частотні діапазони, технічні засоби та програмні підходи до контролю радіосигналів. Визначено, що використання SDR (Software Defined Radio) відкриває можливості для реалізації повного циклу оброблення сигналів програмними засобами без жорсткої прив'язки до апаратної архітектури. Удосконалено математичні моделі поширення радіохвиль, розроблено рівняння оцінки втрат сигналів, а також визначено вплив іоносферних, рельєфних та техногенних факторів на якість зв'язку. Запропоновано архітектуру системи первинного аналізу спектра, що поєднує SDR-модулі, блоки передоброблення сигналів, базу телеметрії та нейронний класифікатор, який здатен виявляти та ідентифікувати понад 15 типів випромінювань у реальному часі.

Другий розділ присвячено формуванню методології управління динамічним розподілом частотного ресурсу в умовах змінної радіообстановки. Виконано експериментальне моделювання у середовищах GNU Radio та MATLAB, яке показало зниження часу реакції системи на зміну спектра до 0,7 секунди та зростання ефективності використання спектра до 18 %. Виявлено, що застосування нейронних мереж у процесі розподілу частот підвищує адаптивність системи до зовнішніх впливів, забезпечує швидке реагування на появу перешкод і сприяє підвищенню рівня інформаційної стійкості радіомереж.

У *третьому розділі* запропоновано метод багатопозиційної локалізації джерел радіосигналів, який усуває обмеження класичних пеленгаційних методів у короткохвильовому діапазоні. Система зберігає стабільність роботи при

відмові до 25 % вимірювальних пунктів, демонструючи властивості м'якого деградування. Використання технології data fusion забезпечило синхронізацію вимірювальних даних і побудову нейронної моделі оцінки координат із високим рівнем достовірності. Запропонований підхід може бути застосований для моніторингу цивільних і військових систем зв'язку, а також для оцінки стану радіоелектронного середовища в умовах інформаційної боротьби.

У четвертому розділі здійснено системну інтеграцію результатів у вигляді цілісної інформаційної технології моніторингу мереж радіозв'язку. Експериментальні випробування показали зниження середнього часу реакції системи до 1 секунди, підвищення точності локалізації до 95 % та економію ресурсів оброблення до 25 %. Розроблено регламент експлуатації, що визначає політику оновлення нейронних моделей, періодичність калібрування, сценарії тестування та формат звітності. Дорожня карта впровадження передбачає етапне розгортання технології в критичних регіонах, інтеграцію з існуючими системами зв'язку та формування єдиної бази даних радіоактивності спектра.

Отримані результати становлять теоретико-прикладну основу для створення когнітивних систем моніторингу нового покоління, які поєднують штучний інтелект, SDR, нейронні мережі та адаптивне управління спектром. Практичне впровадження розробленої технології забезпечує підвищення ефективності управління радіочастотним ресурсом, зменшення часу прийняття рішень і зміцнення інформаційної стійкості мереж зв'язку у військовій і цивільній сферах.

Дисертація оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 "Про затвердження вимог до оформлення дисертації" й відзначається структурованістю, академічною логікою викладу та науковою обґрунтованістю запропонованих рішень.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 14 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових фахових виданнях України, та 9 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях. Порушень принципів академічної доброчесності у публікаціях не виявлено, що свідчить про належну апробацію результатів.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

При загальній позитивній оцінці дисертаційної роботи, варто виділити наступні дискусійні питання та зауваження:

1. У роботі бажано було б ширше розкрити питання, пов'язані з довготривалими механізмами поширення радіохвиль та короточасними механізмами їх поширення, що виникають унаслідок появи аномальних атмосферних або іоносферних явищ.

2. У роботі розглянуто концепцію когнітивного радіо, згідно з якою пристрій самостійно аналізує спектр, виявляє вільні ділянки та адаптивно обирає частоту для подальшої роботи. Проте при описі основних критеріїв оптимізації доцільно було б їх деталізувати та навести приклади практичної реалізації.

3. У третьому розділі дисертаційного дослідження доцільно розширити опис основних когнітивних функцій і показати їх взаємозв'язок із процесами прийняття рішень.

4. Під час розгляду функцій належності та ітераційних процедур перегляду рішень у дисертаційній роботі варто було б пояснити, які саме критерії та моделі підвищують універсальність запропонованого підходу.

5. У тексті дисертації виявлено окремі стилістичні неточності та друкарські помилки, які доцільно усунути при підготовці остаточної редакції.

Висловлені зауваження не є принциповими, мають дискусійний характер і не зменшують загальну наукову та практичну цінність отриманих результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Дзюби Володимира Андрійовича на тему "Інформаційна технологія моніторингу мереж радіозв'язку" є завершеним дослідженням. 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

інформаційних технологій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.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.

Здобувач Дзюба Володимир Андрійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – інформаційні технології за спеціальністю 122 – комп’ютерні науки.

Офіційний опонент

Начальник другої кафедри Другого навчально-наукового інституту

Воєнної академії імені Євгенія Березняка

доктор технічних наук, професор

полковник

“26” листопада 2025 року

Максим КОРОБЧИНСЬКИЙ

Підпис Коробчинського М.В. засвідчую.

Заступник начальника Воєнної академії імені Євгенія Березняка –

начальник служби по роботі з персоналом



Сергій БІБА