

## ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

завідувача кафедри мережевих та інтернет технологій факультету інформаційних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка доктора технічних наук, професора КРАВЧЕНКА Юрія Васильовича на дисертаційну роботу ШИШАЦЬКОГО Андрія Володимировича на тему: «Інтелектуальні методи управління засобами завадозахисту систем радіозв'язку в умовах дестабілізуючих впливів» подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

### **Обґрунтування вибору теми дослідження та її актуальність**

Не викликає сумніву те, що реалізація бойових можливостей сил безпеки та оборони України істотно залежить від системи управління, а саме, системи зв'язку. Ймовірно-часові та оперативно-технічні характеристики систем зв'язку є такими ж важливими показниками, як кількість і якість засобів збройної боротьби. Для підвищення ефективності функціонування мобільних компонентів систем зв'язку спеціального призначення широко застосовуються засоби і системи радіозв'язку (СРЗ). Стрімкий розвиток технічних характеристик засобів радіоелектронної протидії (РЕП) дозволяє з високою ефективністю та у короткий час здійснити придушення СРЗ, побудовану на традиційних принципах. Існуючі методи керування засобами завадозахисту СРЗ орієнтовані на статичні або квазістатичні умови їх функціонування і не можуть бути застосовані в системі керування СРЗ в умовах складної радіоелектронної обстановки. Об'єднання відомих результатів не дає вирішення проблеми ефективного використання ресурсів СРЗ в умовах комплексного впливу дестабілізуючих факторів внаслідок низької оперативності адаптації до зміни сигнальної і перешкодової обстановки в каналах зв'язку, реалізації тільки централізованого принципу управління і необхідності передачі значних об'ємів службової інформації. З іншого боку варто підкреслити про існуючі унікальні можливості теорії штучного інтелекту для вирішення складних завдань управління в умовах невизначеності.

Дисертаційна робота Шишацького А.В., спрямована на вирішення наукової проблеми забезпечення ефективного завадозахисту систем радіозв'язку в умовах дестабілізуючих впливів на основі інтелектуальних методів керування засобами завадозахисту. Підтверджую обґрунтованість вибору теми дослідження та її актуальність.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дослідження проводилися в рамках Закону України “Про Національну програму інформатизації”, Указу Президента України №59/2020 “Про рішення Ради національної безпеки і оборони України” від 18 лютого 2020 року, “Про основні показники державного оборонного замовлення на 2020 рік та 2021, 2022 роки”, Указу Президента України від 22 березня 2017 року № 73/2017 “Про Державну програму розвитку Збройних Сил України на період до 2020 року”, Указу Президента України від 14 березня 2016 року № 92/2016 “Про Концепцію розвитку сектору безпеки і оборони України”, Указу Президента України №240/2016, “Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 травня 2016 року “Про Стратегічний оборонний бюлетень України””.

Напрямки досліджень визначені відповідно до технічного завдання на дослідно-конструкторські роботи шифр, “Світязь”, “Марс-1”, науково-дослідні роботи шифр, “Моніторинг-СпВ”, “Перспектива-СпВ”, “Манет”, “Дуель-СпВ” та “Аннапурна-М”, які виконувалися Центральним науково-дослідним інститутом озброєння та військової техніки Збройних Сил України на замовлення Департаменту військово-технічної політики, розвитку озброєння та військової техніки Міністерства оборони України.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.**

Представлена на розгляд дисертаційна робота відрізняється високим ступенем наукової обґрунтованості та має послідовну і логічну побудову. Автор спирається на результати наукових досліджень як закордонних, так і вітчизняних вчених, що спеціалізуються на проблемах підвищення заводозахисності систем радіозв'язку різного функціонального призначення. Для досягнення мети в дисертаційній роботі вирішувалися взаємопов'язані часткові завдання дослідження: провести аналіз сучасного стану та особливостей функціонування СРЗ спеціального призначення. Сформулювати проблеми інтелектуального управління засобами заводозахисту СРЗ спеціального призначення; розвинути теоретичні основи інтелектуального управління засобами заводозахисту СРЗ спеціального призначення. Розробити концепцію організації взаємодії моделей елементів СРЗ спеціального призначення; розробити сукупність математичних моделей функціонування СРЗ спеціального призначення в умовах складної радіоелектронної обстановки; удосконалити метод оцінки та прогнозування стану СРЗ спеціального призначення; удосконалити метод оцінки радіоелектронної обстановки СРЗ спеціального призначення; удосконалити метод оцінки кіберзахисності СРЗ спеціального призначення; розробити метод синтезу раціональної топології СРЗ спеціального призначення з використанням генетичного алгоритму; удосконалити метод інтелектуального управління параметрами та режимами роботи СРЗ спеціального призначення; розробити метод комплексного управління ресурсами СРЗ спеціального призначення.

**Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій** підтверджується доцільністю застосування математичного та статистичного аналізу, імітаційного моделювання, методів симуляції і синтезу складних технічних систем. Достовірність наукових висновків у дисертації також підтверджується: правильним формулюванням завдання та його відповідністю реальним умовам; збором достатньої кількості експериментальних даних, отриманих комп'ютерним моделювання та їх порівнянням з результатами реальних досліджень; застосування отриманих результатів у практичній діяльності, що підтверджують акті про впровадження, представлені у додатках.

**Наукова новизна одержаних результатів** обумовлена розробленими моделями, методами підвищення завадозахищеності СРЗ спеціального призначення, котрі надали подальший розвиток відповідному науковому напрямку, та в межах яких отримані такі нові наукові результати:

вперше розроблена нова наукова концепція організації взаємодії моделей елементів СРЗ спеціального призначення, в якій на відміну від відомих здійснюється декомпозиція структури ієрархічної багаторівневої графової моделі системи з урахуванням числа зв'язків та математичних залежностей між окремими підграфами, що дозволяє здійснювати організацію взаємодії розрізнених моделей і їх узгодження по параметрам і характеристикам СРЗ;

вперше розроблена математична модель оцінки радіоелектронної обстановки СРЗ спеціального призначення, яка на відміну від існуючих, встановлює нові аналітичні залежності для дослідження характеристик сигналів засобу радіозв'язку (ЗРЗ) спеціального призначення та засобів радіоелектронного придушення (РЕП) за множиною показників, що дозволяє здійснювати організацію взаємодії розрізнених моделей і їх узгодження по параметрам і характеристикам СРЗ;

вперше розроблена математична модель захисту СРЗ спеціального призначення в умовах комплексного впливу дестабілізуючих факторів, в якій на відміну від існуючих, для виявлення та ідентифікації дестабілізуючих факторів використовується набір імунних детекторів, представлених у вигляді часових детекторів і детекторів пам'яті з заданим алгоритмом їх навчання, а також стратегію генетичної оптимізації, що дозволяє описати антагоністичний процес деструктивного впливу на СРЗ спеціального призначення;

вперше розроблено метод синтезу раціональної топології СРЗ спеціального призначення з використанням генетичного алгоритму, у якому на відміну від існуючих, структура СРЗ представляється в вигляді двомірної матриці інцидентності, а розрахунок значень цільової функції (ступеню РЕП) здійснюється з використанням мультиагентного алгоритму, при цьому для кожної хромосоми поточної популяції спочатку розпізнається варіант дій РЕП, що дозволяє синтезувати раціональну топологію СРЗ спеціального призначення при впливі РЕП;

вперше розроблено метод комплексного управління ресурсами СРЗ спеціального призначення, який на відміну від існуючих, після визначення ступеню впливу дестабілізуючих факторів, таких як вплив засобів РЕП, вогневого ураження та кібер впливу на СРЗ спеціального призначення, дозволяє визначити кількість необхідних сил та засобів зв'язку радіозв'язку, які необхідно додатково залучити для повноцінного функціонування СРЗ спеціального призначення;

удосконалено модель оцінки стану систем радіозв'язку спеціального призначення в умовах комплексного впливу дестабілізуючих факторів, яка на відміну від існуючих дозволяє описати СРЗ спеціального призначення у вигляді нечіткої когнітивної моделі, що є знаковим орієнтованим графом, у якому вершинами видаються сутності, концепції, чинники, цілі та події, а дугами задається їх вплив один на одного в умовах складної радіоелектронної обстановки, що дозволяє описати стан радіоелектронної обстановки СРЗ спеціального призначення;

удосконалено метод оцінки радіоелектронної обстановки СРЗ спеціального призначення, який на відміну від існуючих при оцінці радіоелектронної обстановки додатково враховує тип невизначеності вихідних даних, а для підвищення оперативності обробки інформації здійснюється навчання баз даних з використанням удосконаленої процедури навчання, що дозволяє підвищити оперативність прийняття управлінських рішень щодо підвищення заводозахисності СРЗ спеціального призначення;

удосконалено метод оцінки захищеності СРЗ спеціального призначення. Відмінність запропонованого методу від відомих, полягає у врахуванні типу невизначеності та зашумленості даних; врахуванні наявних обчислювальних ресурсів підсистеми аналізу кібербезпеки СРЗ; вибірковою задіянням ресурсів підсистеми аналізу кібербезпеки за рахунок підключення тільки необхідних типів детекторів; побудовою класифікаторів верхнього рівня за допомогою різних низькорівневих схем їх комбінування та агрегуючих композицій, що дозволяє підвищити оперативність прийняття управлінських рішень щодо підвищення заводозахисності СРЗ спеціального призначення;

удосконалено метод інтелектуального управління параметрами та режимами СРЗ спеціального призначення, який на відміну від відомих здійснює комплексне управління параметрами фізичного, каналного та мережевого рівня СРЗ спеціального призначення, що дозволяє проводити наскрізне управління параметрами та режимами роботи СРЗ спеціального призначення;

отримали подальший розвиток положення системного підходу до вирішення проблеми інтелектуального управління засобами заводозахисту СРЗ спеціального призначення, що дозволяє зменшити час на прийняття управлінських рішень в підсистемі інтелектуального управління засобами заводозахисту СРЗ спеціального призначення;

отримав подальший розвиток метод оцінки та прогнозування стану СРЗ, який відрізняється від відомих використанням нового типу нечітких когнітивних темпоральних моделей, орієнтованих на багатовимірний аналіз і прогнозування стану СРЗ в умовах невизначеності, що дозволяє підвищити оперативність прийняття управлінських рішень щодо підвищення заводо захищеності СРЗ спеціального призначення.

**Повнота викладу основних положень дисертації в опублікованих працях.** За результатами дослідження опубліковано 65 наукових праць, зокрема у двох колективних монографіях, 43 наукових статтях, із них 25 наукових статей у наукових фахових виданнях України, 18 наукових статей у виданнях, внесених до наукометричної бази Scopus; 20 праць, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

**Практичне значення результатів дослідження.** Запропоновані в дисертаційній роботі математичні моделі, методи дозволяють:

формалізувати процес функціонування СРЗ спеціального призначення при комплексному впливі навмисних перешкод, природних завод та кібервпливу; здійснювати оцінювання стану СРЗ спеціального призначення на рівнях взаємодії відкритих систем; здійснювати вибір раціональних значень режимів роботи та параметрів ЗРЗ в СРЗ спеціального призначення; підвищити ефективність функціонування перспективних систем і ЗРЗ в умовах комплексного впливу дестабілізуючих факторів (в середньому на 15-30%) за рахунок застосування запропонованих методів інтелектуального управління засобами заводо захисту СРЗ; забезпечувати проектування компонентів модерного обладнання СРЗ та ЗРЗ при комплексному впливі дестабілізуючих факторів.

Наукові результати, отримані в дисертаційному дослідженні, успішно застосовані та використані в роботі наступних організацій:

у ТОВ «Телекарт-Прилад», під час модернізації засобів ширококутового радіодоступу Р-402 (акт від 21.04.2017 р.);

в Головному управлінні зв'язку та інформаційних систем Генерального штабу Збройних Сил України, при розробці «Настанови з організації радіозв'язку у Збройних Силах України» від 31.07.2018 (акт від 11.10.2019 року);

в ТОВ «ЕВЕРЕСТ ЛІМІТЕД», при модернізації польових маршрутизаторів з підтримкою VoIP телефонії «ТК ТИП-1», батальйонних телекомунікаційних комплектів «ТК ТИП-2» та бригадних телекомунікаційних комплектів «ТК ТИП-3», а також при побудові автоматизованої системи управління системою зв'язку ЗС України (акт від 18.12.2019 року);

на кафедрі комп'ютеризованих систем управління факультету комп'ютерних наук та технологій Національного авіаційного університету, під час формування навчально-методичного комплексу освітнього компоненту та проведення аудиторних занять із дисципліни «Методи захисту інформаційних систем спеціального призначення» (освітній рівень

«магістр») та підготовки магістерських робіт (акт від 02.10.2023 року).

У додатку до дисертаційної роботи включені документи, які підтверджують фактичне використання та валідацію науково-практичних результатів дослідження. Всі реалізації отриманих результатів відображені в відповідних актах. Оцінка змісту дисертації, її завершеності і відповідності встановленим вимогам. Дисертаційне дослідження автора є індивідуальною, оригінальною та закінченою науковою працею, яка успішно вирішує актуальну наукову проблему.

#### **Оцінка мови, змісту та оформлення дисертації та автореферату**

Стиль викладення автореферату та дисертації в цілому забезпечує його доступність та сприйняття. В авторефераті чітко і лаконічно викладено наукові завдання дослідження та шляхи їх вирішення, зрозуміла наукова і практична значущість роботи, особистий внесок здобувача. Матеріали дисертаційної роботи та автореферат структуровані, написані грамотне, з дотриманням чинних вимог до оформлення, а стиль викладення матеріалу забезпечує легкість і доступність їх сприйняття.

#### **Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації**

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації та відображає її основний зміст, наукові та практичні результати.

#### **Недоліки і зауваження**

1. В першому розділі «Аналіз проблеми розробки методологічних основ інтелектуального управління засобами завадозахисту систем радіозв'язку спеціального призначення» проведено аналіз проблеми розробки методологічних основ інтелектуального управління засобами завадозахисту систем радіозв'язку спеціального призначення, сучасного стану систем радіозв'язку провідних країн світу та сектору безпеки і оборони України. В ході аналізу встановлені існуючі недоліки систем радіозв'язку спеціального призначення, тенденції розвитку систем радіозв'язку спеціального призначення, відомі методи підвищення ефективності функціонування систем радіозв'язку спеціального призначення в умовах деструктивного впливу. Проведено аналіз відомих наукових досліджень вітчизняних та закордонних авторів з напрямку дослідження здобувача. Але в розділі відсутній матеріал стосовно визначення системи показників та критеріїв ефективності завадозахищеності систем радіозв'язку спеціального призначення. Доцільно було б додати інформацію про низький рівень показників ефективності існуючих засобів завадозахисту та обґрунтувати необхідний рівень завадозахищеності, а далі зробити висновок про необхідність підвищення завадозахищеності систем радіозв'язку спеціального призначення в умовах деструктивного впливу.

2. В роботі зрозуміло та чітко викладено основну керівну ідею щодо вирішення практичної проблеми завадозахищеності систем радіозв'язку спеціального призначення в умовах деструктивного впливу. Данна ідея реалізована в запропонованих автором наукових результатах, які в

сукупності дозволяють вирішити науково-прикладну проблему. Але в дисертації відсутній сконцентрований в одному місці з відповідним заголовком матеріал стосовно більш чіткого опису наукової гіпотези та нових принципів інтелектуального керування засобами заводозахисту систем радіозв'язку. А це знижує швидкість оцінки оригінальності та новизни ідей. Доцільне було б описати дану ідею у вигляді наукової гіпотези, надати її математичну формалізацію та показати формальний зв'язок з науковими результатами.

3. У четвертому розділі запропоновані методи інтелектуального керування засобами заводозахисту систем радіозв'язку спеціального призначення. Зазначені методи включають в себе запропоновані в попередніх розділах дисертаційного дослідження наукові результати. Зазначені методи інтелектуального керування реалізують комплексне керування засобами заводозахисту. Але не вказано яким чином враховується можливе вогневе ураження елементів систем радіозв'язку спеціального призначення.

4. У п'ятому розділі наведені результати оцінки ефективності методів інтелектуального керування засобами заводозахисту систем радіозв'язку спеціального призначення. Для оцінки ефективності запропонованих методів інтелектуального керування засобами заводозахисту систем радіозв'язку спеціального призначення розроблена імітаційна модель системи радіозв'язку. На основі аналізу отриманих у дисертаційній роботі результатів, запропоновані конкретні практичні рекомендації щодо побудови високоефективних систем та засобів радіозв'язку та вибору їх параметрів і режимів роботи в умовах складної сигнальної та заводової обстановки. Але не наведено оцінку ефективності методів оцінювання стану системи радіозв'язку спеціального призначення в умовах складної радіоелектронної обстановки.

5. В авторефераті не наведені графічні залежності підвищення рівня заводозахистеності системи радіозв'язку спеціального призначення від застосування запропонованих методів інтелектуального керування.

6. В авторефераті не описані вихідні параметри генетичного алгоритму, який використовується в методі синтезу раціональної топології системи радіозв'язку спеціального призначення з використанням генетичного алгоритму.

Вказані зауваження та недоліки не знижують цінності дисертаційної роботи та наукові досягнення автора.

**Відповідність дисертації встановленим вимогам і загальні висновки**

Дисертаційна робота Шишацького Андрія Володимировича на тему «Інтелектуальні методи управління засобами заводозахисту систем радіозв'язку в умовах дестабілізуючих впливів» включає оригінальні авторські, науково обґрунтовані результати, що успішно адаптовані для практичного використання в сфері інформаційних технологій. Всі результати, отримані здобувачем, вирішують актуальну науково-практичну

проблему підвищення заводо захищеності системи радіозв'язку спеціального призначення шляхом створення інтелектуальних методів керування засобами заводо захисту, які відповідають певним характеристикам та критеріям. Це досягається через моделювання, симуляції, тестування та практичну реалізацію, з подальшим налаштуванням і вдосконаленням запропонованих методів і моделей у реальних умовах системи радіозв'язку. Дисертаційна робота представляє собою закінчену наукову працю на сучасну тему, яка містить нові, науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати, що відображають особистий науковий внесок автора в цю галузь.

Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології за пунктами 1, 2, 9 та 10, вимогам пункту 7, 8 та 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021р. № 1197, які висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук, а її автор, Шишацький Андрій Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

#### Офіційний опонент

завідувач кафедри мережевих та інтернет технологій.  
факультету інформаційних технологій Київського  
національного університету імені Тараса Шевченка  
доктор технічних наук, професор

« 01 » березня 2024 року

Юрій КРАВЧЕНКО

ПІДПИС ЗАСВІАЧУЮ  
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР НАЧ  
КАРАУЛЬНА Н.В.  
01. 03. 2024р.

