



**Затверджую**

Проректор з наукової роботи  
Національного університету  
Львівська політехніка"  
д.т.н., проф. **І. ДЕМИДОВ**

2024 р.

## **ВИСНОВОК**

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації "Покращення захисту інформації при передачі бездротовими системами" здобувача наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 125 Кібербезпека (галузь знань 12 Інформаційні технології) Кутеня Романа Богдановича наукового семінару кафедри захисту інформації**

### **1. Актуальність теми дисертації**

Розроблення нових та вдосконалення існуючих методик захисту інформації у бездротових каналах зв'язку є надзвичайно важливим, враховуючи невідомий розвиток та ускладнення кіберзагроз у глобальному масштабі. В контексті стрімкого розвитку цифрових технологій, зокрема глобалізації систем бездротового зв'язку та поширення автономних пристроїв-абонентів такого зв'язку, зловмисники знаходять нові шляхи для здійснення своїх атак. Це вимагає від бізнесу і державних організацій впровадження передових методів захисту каналів зв'язку.

Одним із ключових аспектів актуальності цієї теми є потреба стабільного та надійного зв'язку в теперішній час, коли технології набувають все більшого значення у бойових діях та відіграють дуже важливу роль у захисті територіальної цілісності нашої держави. Насамперед, це стосується використання на полі бою чи для розвідки безпілотних літальних апаратів (БПЛА та "дронів"), роль яких у воєнних конфліктах стає все важливішою, а їхній вплив на стратегію і тактику ведення бою лише зростає.

Крім технічних аспектів існують і стратегічні переваги розробки таких систем та методів захисту, зокрема для безпілотних пристроїв, які детально розглянуті й досліджені у роботі. Вони полягають у тому, що підвищення рівня живучості БПЛА на полі бою дає перевагу не тільки технічну (безпосередньо сам врятований БПЛА), а й дозволяє потенційно зберегти особовий склад, завдяки наявності стабільного й стійкого засобу розвідки. Це є особливо актуально, враховуючи сучасну тенденцію до "роботизації" засобів аеророзвідки та навіть засобів безпосереднього вогневого ураження.

Отже, актуальність розробки та вдосконалення методів та систем захисту каналів бездротового зв'язку обумовлена не тільки необхідністю захисту від поточних і майбутніх власне інформаційних загроз, але й станом сучасного кіберфізичного середовища, коли від стану і функціонування інформаційних систем може залежати життя та фізична безпека людей.

### **2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри**

Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри захисту інформації Національного університету "Львівська політехніка": "Дослідження систем технічного захисту інформації, каналів зв'язку та комп'ютерних мереж, фізичного захисту інформації та криптографії.

Удосконалення інформаційної безпеки держави, контррозвідальних методів протидії та техніки".

Дисертаційні дослідження виконувалися в межах держбюджетної науково-дослідної роботи "Розроблення та удосконалення методів та засобів захисту інформації для протидії несанкціонованому доступу в інформаційно-комунікаційних мережах" (№ державної реєстрації 0119U101690; терміни виконання 2019-2022 рр.);

### **3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів**

Дисертація є самостійною науковою працею, в якій автор особисто розробив і впровадив нові наукові ідеї та методи, спрямовані на підвищення рівня захищеності передаваної інформації через бездротові системи зв'язку та підвищення рівня відмовостійкості каналів дистанційного керування інформаційними системами, здатними до фізичного переміщення у просторі. Це дозволило значно підвищити конфіденційність та доступність інформації, не здійснюючи впливу на ефективність функціонування самих інформаційних систем. Ідеї, положення чи гіпотези інших авторів, які присутні в дисертації, мають відповідні посилання і використані лише для підкріплення ідей та результатів здобувача.

**4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій** базується на кваліфікованому підході до постановки завдань досліджень, логічно правильному обґрунтуванні прийнятих допущень під час вибору математичних моделей і коректному використанні математичного апарату. Крім того, достовірність підтверджується результатами комп'ютерного моделювання і практичною реалізацією систем захисту на лабораторному макеті, а також їх збіжністю із результатами експериментальних випробувань.

### **5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру**

Наукова новизна основних результатів дисертації полягає в такому:

- вперше запропоновано критерій просторової стійкості, який визначає здатність дистанційно керованого пристрою до самостійного просторового переміщення,
- вперше розроблено математичну модель критерію просторової стійкості та обґрунтовано доцільність його використання при дослідженні захищеності інформаційних та кіберфізичних систем;
- отримали подальший розвиток існуючі методики оцінки стану захищеності бездротових систем керування, шляхом врахування до результатів їхнього оцінювання результату оцінки за запропонованим критерієм просторової стійкості;
- розроблено метод "аварійного відновлення зв'язку", який ґрунтується на відстеженні залежності якості зв'язку від просторового переміщення та автономному поверненні керованого пристрою до точки останнього стабільного зв'язку за інерційними даними маршруту, що дозволило значно підвищити ефективність протидії систем керування і зв'язку до засобів РЕБ та зменшити затрати на реалізацію засобів захисту пристрою;
- розроблено методику захисту інформації у бездротових системах, яка оснований на мінімізації потужності передавача інформації достатньої для зв'язку з пунктом керування. Дана методика, на відміну від існуючих, забезпечує захищеність даних від перехоплення засобами розвідки противника;
- вдосконалено та адаптовано до роботи у малопотужних автономних системах із симплексним зв'язком методи захисту інформації із використанням псевдовипадкового переналаштування несучої частоти передавача, що дозволило підвищити їх захищеність перед засобами розвідки без зниження швидкодії інформаційної системи;



## 6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації

Основні результати дослідження викладено у дванадцяти наукових публікаціях, а саме: у трьох статтях (із них три у наукових фахових виданнях України) і дев'яти тезах виступів на науково-практичних заходах.

Особистий внесок здобувача у колективно опублікованих працях полягає у формуванні та розробці ключових ідей та результатів. Основні положення та результати дисертації викладені в таких наукових працях здобувача:

### *Статті у наукових фахових виданнях України:*

1. Кутень Р. Застосування частотного переналаштування для захисту безпілотних літальних апаратів // *Social Development and Security*. – 2024. – Vol. 14, No. 2. – P. 64-73. *Особистий внесок здобувача: дана робота одноосібна та повністю самостійно виконана.*
2. Кутень Р., Ахмедова А. Підвищення рівня захищеності та життєздатності безпілотних авіаційних пристроїв // *Безпека інформації*. – 2024. – Т. 30, № 1. – С. 88-94. *Особистий внесок здобувача: здійснено аналіз методів захисту каналів зв'язку у контексті їх застосовуваності у системах БПЛА, на основі додаткового аналізу схемних рішень і компонентів БПЛА розроблено і представлено вдосконалення систем частотного перелаштування та менеджменту потужності сигналу.*
3. Кутень Р.Б., Синявський О.Ю. Методи і засоби забезпечення стабільності та захисту радіозв'язку в умовах складної електромагнітної обстановки. Комп'ютерні системи та мережі. 2024. №1(6). – С. 99-107. *Особистий внесок здобувача: проведено аналіз концепцій та методик захисту інформаційних систем, на основі чого теоретично обґрунтовано та вперше представлено концепцію захисту рухомих систем шляхом відстеження просторової залежності якості зв'язку і автономного повернення до області задовільного зв'язку.*

### *Наукові публікації у збірниках матеріалів та тез конференцій:*

1. Дудикевич В.Б., Микитин Г.В., Кутень Р.Б., Галунець М.О. До питання безпеки безпроводних мереж на основі моделі OSI // *Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами* : мат-ли VIII Міжн. н.-т. Internet-конф. (Київ, 26 листопада). – 2021. *Особистий внесок здобувача: представлено аналіз структури рівнів та розподіл методів захисту відповідно до їх рівня моделі OSI.*
2. Дудикевич В.Б., Микитин Г.В., Кутень Р.Б., Галунець М.О. Шифрування повідомлень в безпроводних мережах на основі алгоритму "Калина" // *Інформаційна безпека та інформаційні технології* : збірник тез доповідей V Всеукраїнської н.-практ. конф. молодих учених, студентів і курсантів (Львів, 26 листопада). – 2021. *Особистий внесок здобувача: проведено експериментальне дослідження можливостей алгоритму «Калина» для забезпечення конфіденційності інформації у бездротових системах.*
3. Dudykevych V., Mykutytn G., Kuten R., Halunets M. The security features of wireless networks of intellectual transport system // *Захист інформації і безпека інформаційних систем* : матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції, 11–12 листопада, 2021, Львів. – 2021. *Особистий внесок здобувача: представлено використання програмної реалізації алгоритму «Калина» у бездротових мережах ІТС.*
4. Дудикевич В.Б., Микитин Г.В., Галунець М.О., Кутень Р.Б. Кіберфізична система "розумний дім": структура – загрози – безпека // *Інформаційна безпека та інформаційні технології* : збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції, ІБІТ

2022, м. Львів, 30 листопада 2022 року. – 2022. *Особистий внесок здобувача: представлено аналіз сучасного розвитку розумних систем та ролі бездротових мереж у їх функціонуванні.*

5. Дудикевич В., Собчук І., Ракобовчук Л., Кутень Р. Легковаговагове шифрування для захисту даних RFID-міток // Захист інформації і безпека інформаційних систем: матеріали V Міжнар. наук.-техн. конф. – 2016. *Особистий внесок здобувача: проведено експериментальне дослідження ефективності легковагових шифрів у низькопродуктивних системах.*
6. Дудикевич В.Б., Микитин Г.В., Галунець М.О., Кутень Р.Б., Ракочий В.І. Елементи безпеки провідних мереж на основі витої пари // Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення : збірник тез доповідей Міжнародної наукової інтернет-конференції (Тернопіль, 6-7 квітня 2022 р.). – 2022. *Особистий внесок здобувача: проведено аналіз заходів і засобів забезпечення мережевої безпеки, зроблено висновок про можливість розширення застосування розглянутих засобів на бездротові системи.*
7. Дудикевич В.Б., Микитин Г.В., Галунець М.О., Кутень Р.Б., Васильєв Д.В., Бабенцов Г.А. Багаторівневий захист технологій функціонування інтелектуальних об'єктів. Досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій : мат-ли XXI Всеукр. н.-т. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів (Одеса, 21-22 квітня). – 2022. *Особистий внесок здобувача: представлено аналіз вразливостей бездротової технології ZigBee.*
8. Дудикевич В.Б., Микитин Г.В., Кутень Р.Б., Сидорик Д.О. Комплексна модель безпеки інтелектуальної кіберфізичної транспортної системи // Інформаційна безпека та інформаційні технології : збірник тез доповідей VI Всеукр. н.-практ. конф. молодих учених, студентів і курсантів, (м. Львів, 30 листопада). – 2023. *Особистий внесок здобувача: проведено програмну реалізацію криптографічних засобів захисту.*
9. Дудикевич В.Б., Микитин Г.В., Галунець М.О., Кутень Р.Б. Безпека комунікаційного середовища кіберфізичної системи інтелектуального моніторингу повітря // Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами : матеріали IX Міжнародної науково-технічної Internet-конференції (Київ, 25 листопада 2022 р.). – 2022. *Особистий внесок здобувача: здійснено програмно-апаратну реалізацію засобів захисту на основі частотних переналаштувань.*

#### **7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо**

Основні результати дисертаційного дослідження апробовано на міжнародних наукових та науково-практичних конференціях, наукових школах та консорціумах, семінарах:

- VIII Міжнародна науково-технічна Internet-конференція (Київ, 26 листопада 2021 року);
- V Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених, студентів і курсантів (Львів, 26 листопада 2021 р.);
- VIII Міжнародна науково-технічна конференція (11-12 листопада, 2021, Львів);
- Міжнародна наукова інтернет-конференція (Тернопіль, 6-7 квітня 2022 р.);
- XXI Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених, аспірантів та студентів (Одеса, 21-22 квітня 2022 р.);
- IV Міжнародна науково-практична конференція, ІБІТ 2022 (м. Львів, 30 листопада 2022 року);
- IX Міжнародна науково-технічна Internet-конференція (Київ, 25 листопада 2022 р.);



- VI Всеукраїнська науково практична конференція молодих учених, студентів і курсантів (м. Львів, 30 листопада 2023 року);
- Міжвідомчий міжрегіональний семінар Наукової Ради НАН України "Технічні засоби захисту інформації" (2019-2024 рр.).

**8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати**

Наукові результати, отримані автором, можуть бути використані при розробці новітніх систем забезпечення безпеки інформації при передачі бездротовими каналами зв'язку, які використовують метод аварійного відновлення, адаптивної регуляції потужності для покращення доступності зв'язку та підвищення конфіденційності даних у системах зв'язку та дистанційного керування.

Також вони впроваджені у навчальний процес у курсі "Безпека технологій зв'язку" для студентів спеціальності 125 *Кібербезпека*.

**9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані**

Методологія та методи, представлені в науковій роботі, покращують можливості активного та пасивного захисту інформації у системах зв'язку та керування завдяки використанню методу аварійного відновлення, менеджменту потужності та частотного переналаштування. Розроблені засоби дають можливість підвищити захищеність каналу зв'язку шляхом приховування параметрів сигналу, регуляції фізичних його характеристик, без втрат ефективності системи, та забезпечити "живучість" апаратів навіть в умовах роботи ворожих засобів РЕБ.

**10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення**

Дисертаційна робота викладена на 188 сторінках та складається з анотації, змісту, переліку скорочень, вступу, чотирьох основних розділів, в яких міститься 38 рисунків та 10 таблиць, списку використаних джерел із 97 найменувань, а також 2 додатки. За структурою, мовою та стилем викладення дисертація відповідає вимогам МОН України. Робота написана грамотною українською мовою з використанням сучасної наукової термінології, а стиль викладення матеріалу є послідовним та логічним.

У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

**11.3 врахуванням зазначеного, на фаховому семінарі кафедри захисту інформації ухвалили:**

**11.1.** Дисертація Кутеня Романа Богдановича на тему "Покращення захисту інформації при передачі бездротовими системами" є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання – підвищення стабільності, захищеності та відмовостійкості зв'язку у бездротових системах, забезпечення прихованості параметрів сигналу, а також забезпечення роботи засобів бездротового зв'язку та керування в умовах активного електромагнітного протидіювання, що має важливе значення для галузі знань 12 *Інформаційні технології*.

- 11.2. Основні наукові положення, методичні розробки, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, логічні, послідовні, аргументовані, достовірні, достатньо обґрунтовані. Дисертація характеризується єдністю змісту.
- 11.3. У 12-ти наукових публікаціях відображені основні результати дисертації (з них 3 статті у наукових фахових виданнях України), та 9 матеріалів конференцій).
- 11.4. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. "Про затвердження вимог до оформлення дисертації", Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44 (зі змінами).
- 11.5. Дисертація є результатом самостійних досліджень, не містить елементів фальсифікації, компіляції, плагіату та запозичень, що констатує відсутність порушення академічної доброчесності. Використання текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.
- 11.6. З врахуванням наукової зрілості та професійних якостей Кутеня Романа Богдановича дисертаційна робота "Покращення захисту інформації при передачі бездротовими системами" рекомендується для подання до розгляду та захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

**За затвердження висновку проголосували:**

*"за" – 55 (п'ятдесят п'ять); "проти" – (немає); "утримались" – (немає)*

Головуючий на засіданні фахового семінару, д.т.н., професор, професор кафедри захисту інформації



Іван ОПІРСЬКИЙ

**Рецензенти:**

к.ф.-м.н., доцент кафедри захисту інформації



Ольга МИХАЙЛОВА

к.т.н., доцент, доцент кафедри захисту інформації



Андріян ПІСКОЗУБ

Відповідальний в ІКТА за атестацію PhD, д.т.н., професор, професор кафедри захисту інформації



Любомир ПАРХУЦЬ

" 19 " червня 2024 р.