

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата фізико-математичних наук
доцента кафедри захисту інформації
Національного університету «Львівська політехніка»
Михайлової Ольги Олександрівни

на дисертацію

Кутеня Романа Богдановича

«Покращення захисту інформації при передачі бездротовими системами»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю
125 «Кібербезпека» (галузь знань 12 «Інформаційні технології»)

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Актуальність цієї наукової полягає у постійній необхідності підвищення стабільності та захищеності бездротових систем зв'язку, особливо в умовах активного електромагнітного протидіювання. Сучасні комунікаційні технології, зокрема бездротові системи, стикаються з численними викликами щодо забезпечення інформаційної безпеки. Це питання стає особливо важливим у військових умовах, де бездротові системи використовуються для керування безпілотними літальними апаратами (БПЛА).

Дослідження, представлені в дисертації, спрямовані на розробку нових методів захисту інформації, які можуть бути інтегровані в безпілотні авіаційні комплекси. Це включає методи маскуванню сигналів, управління енергетичними характеристиками та метод «аварійного відновлення зв'язку». Запропоновані підходи забезпечують високий рівень захисту інформації при мінімальних витратах ресурсів, що є критично важливим для автономних систем з обмеженими ресурсами.

Таким чином, тема дисертації є надзвичайно актуальною, оскільки вона спрямована на вирішення сучасних проблем інформаційної безпеки в контексті військових конфліктів та розвитку бездротових технологій.

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

Дисертаційні дослідження виконувались у відповідності до наукового напряму кафедри захисту інформації Національного університету «Львівська політехніка»: «Дослідження систем технічного захисту інформації, каналів зв'язку та комп'ютерних мереж, фізичного захисту інформації та криптографії». А також у межах кафедральної держбюджетної науково-дослідної роботи: "Розроблення та удосконалення методів і засобів захисту інформації для протидії несанкціонованому доступу в інформаційно-комунікаційних мережах" (шифр ЗІ-7) (№ держреєстрації 0119U101690).

Наукова новизна основних результатів дисертації.

Новизна результатів та основних положень даної роботи зумовлена тим, що:

- 1) *вперше запропоновано* критерій просторової стійкості, який визначає здатність дистанційно керованого пристрою до самостійного просторового переміщення,
- 2) *вперше розроблено* математичну модель критерію просторової стійкості та обґрунтовано доцільність його використання при дослідженні захищеності інформаційних та кіберфізичних систем;
- 3) *отримали подальший розвиток* існуючі методики оцінки стану захищеності бездротових систем керування, шляхом врахування до результатів їхнього оцінювання результату оцінки за запропонованим критерієм просторової стійкості;
- 4) *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;
- 5) *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;
- 6) *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.

Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертації, їх достовірність та новизна.

Автором було застосовано професійний підхід до постановки завдань та цілей дослідження. Також автором було проведено аналіз та опрацювання великої вибірки наукових праць за тематикою дослідження, що забезпечило чітку відповідність та логічне обґрунтування використаних математичних моделей та методології проведеного дослідження.

У роботі було застосовано зокрема методи математичного моделювання, а також реалізовано фізичну модель на лабораторному макеті для проведення низки експериментальних випробувань. Результати роботи представлені у вигляді таблиць, графіків та рисунків і вирішують поставлені завдання, що підтверджується результатами моделювання, експериментальних досліджень та отриманими практичними результатами.

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

Наукові результати даного дисертаційного дослідження, можуть знайти широке застосування у галузі захисту інформації та забезпечення безпеки бездротових комунікаційних систем. Зокрема, пропоновані у роботі методи захисту і відновлення зв'язку в умовах активного протиборства конфліктуючих сторін слугуватимуть підґрунтям для активної подальшої роботи із вдосконалення і розвитку такої методики захисту рухомих об'єктів.

Також, результати даного дослідження Кутеня Романа Богдановича вже впроваджені у навчальний процес кафедри захисту інформації Національного університету «Львівська політехніка» при вивченні дисципліни «Безпека технологій зв'язку» для студентів напрямку підготовки 125 «Кібербезпека та захист інформації».

Практичне значення одержаних результатів

Дана робота має достатньо високу практичну значимість, зокрема завдяки таким критеріям:

- застосування розробленого методу "аварійного відновлення зв'язку" для забезпечення постійного керування апаратом дозволило проведення неперервного "зондування" оперативного простору, завдяки чому з'явилася можливість скласти топографічні схеми "безпечних" маршрутів для апаратів, які не обладнані такою системою захисту;
- розроблена методика захисту на основі керування параметрами відео-передавача БПЛА за допомогою додатково встановленого контролера дозволила здійснювати переналаштування частоти швидше від паспортного значення у ширшому діапазоні роботи. Отриманий мінімальний період зміни частоти складає 80 мс, замість 150 мс за паспортом, тобто частота переналаштування майже у 2 рази більша. Крім цього використання додаткового контролера дозволило розширити робочий діапазон частот відео-передавача з 5650-5950 МГц до 5000-6000 МГц;
- розроблені у роботі методи захисту можуть бути впроваджені у вже існуючий і функціонуючий пристрій із мінімальними змінами його конфігурації, що дозволило здійснити такий апгрейд фактично у польових умовах;
- експеримент із випробування методу "аварійного відновлення зв'язку" демонструє, що використання даних акселерометра (3 осі) і гіроскопа (3 осі) забезпечує високу точність (похибка відстеження прямолінійного польоту і маршруту з кривою складає 0.6% і 0.56% відповідно) і високу стійкість до впливу на апарат поривів вітру та інших перешкод (похибка зросла лише до 0.833% та 0.686% відповідно).

Також, результати даної роботи були застосовані та впроваджені в межах науково-дослідної роботи «Розроблення та удосконалення методів і засобів захисту інформації для протидії несанкціонованому доступу в інформаційно-комунікаційних мережах» для покращення завадостійкості мереж бездротового зв'язку, та забезпечення відновлення їх високої доступності після аварійних ситуацій.

Повнота оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Основні результати дисертаційної роботи Кутеня Романа Богдановича викладено у одинадцяти наукових публікаціях, серед яких: три статті у фахових наукових виданнях України і вісім тез виступів на всеукраїнських та міжнародних науково-практичних конференціях.

Особистий внесок здобувача у колективно опублікованих працях полягає у формуванні та розробці ключових ідей та результатів. Вважаю, що основні положення та результати проведеного дисертаційного дослідження висвітлені у публікаціях в достатньому обсязі.

Зауваження до дисертації.

Поряд із позитивними особливостями роботи, дисертація містить дискусійні аспекти, а саме:

1. У другому розділі у пункті 2.2 автор провів надто поверхневий аналіз та огляд розподілених сенсорних мереж. Враховуючи, що у Розділі 3 автор припускає можливість використання пропонованих методів захисту в умовах бойових дій, такі мережі є достатньо актуальним напрямком досліджень згідно тематики роботи, тому доцільно було приділити цьому питанню більше уваги.

2. Із пункту 4.1.2, у якому відображена практична реалізація системи частотного переналаштування та експериментальні дослідження її працездатності, видно, що для передавання відео використовувалася єдина антена зі статичними параметрами, при цьому автор не відобразив у результатах дослідження вплив зміни значення несучої частоти на якість сигналу передавання відео.

3. У пункті 3.5 автор розкриває і обґрунтовує концепцію методу «аварійного відновлення», що полягає у поверненні безпілотної зони придушення системи зв'язку за зворотнім маршрутом, разом із цим, у третьому розділі автор також допускає можливість використання пропонованих методів у пристроях військового призначення, але із тексту роботи не зрозуміло, чи було враховано ситуацію за якої безпілотної може бути придушений засобом зі спрямованою антеною на всьому відрізку його повернення за зворотнім маршрутом, що у випадку безпілотної-камікадзе спричинить серйозну загрозу повернення до позиції пуску безпілотної, зведеного в бойове положення.

4. При викладі основного матеріалу дисертації здобувач допускав деякі неточності у термінології, також у тексті роботи містяться стилістичні помилки. Також місцями важко сприймати інформацію із ілюстрацій через проблеми із їх

якістю, або розміром використовуваних шрифтів у зображенні, наприклад рисунок 2.3.

Водночас, вказані зауваження не знижують загальної позитивної оцінки даної роботи.

Висновок

Дисертаційна робота Кутеня Романа Богдановича на тему «Покращення захисту інформації при передачі бездротовими системами» є цілісним і завершеним науковим дослідженням, проведеним здобувачем самостійно. Дана робота містить достатню наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів для надання їй позитивної оцінки.

Дисертаційна робота відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Постанові Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. №44 «Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор, Кутень Роман Богданович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 125 «Кібербезпека».

Офіційний рецензент:

кандидат фізико-математичних наук

доцент кафедри захисту інформації

Національного університету «Львівська політехніка»



Ольга МИХАЙЛОВА

Підпис к.ф.-м.н., доцента Михайлової О.О. засвідчую:

Вчений секретар

Національного університету

«Львівська політехніка»

к.т.н., доцент



Роман БРИЛИНСЬКИЙ