

ВИСНОВОК

**Національного університету «Чернігівська політехніка»
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації Семендяя Сергія Матвійовича на тему: «Методи та моделі
забезпечення цілісності даних в безпроводних засобах передачі
інформації» поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі
знань 12 – Інформаційні технології
за спеціальністю 122 - Комп'ютерні науки**

1. Актуальність теми дослідження та її зв'язок з науково-дослідними роботами

Актуальність виконаного дослідження визначається зростаючою роллю безпроводних каналів передачі даних у функціонуванні сучасних розподілених інформаційних систем, у яких цілісність даних виступає визначальною характеристикою, що забезпечує коректність алгоритмічної обробки, достовірність отриманих результатів і обґрунтованість прийняття рішень. Особливої ваги ця проблема набуває в системах керування безпілотними літальними апаратами, де навіть часткове порушення цілісності переданої інформації безпосередньо впливає на стійкість керування та надійність функціонування системи в цілому. Проведений аналіз сучасного стану досліджень засвідчив, що традиційні методи забезпечення цілісності даних, зокрема завадостійке кодування, розширення спектра сигналів, використання псевдовипадкового переналаштування частоти та ортогонального частотного мультиплексування, є ефективними переважно в умовах випадкових завад, однак їх ефективність істотно знижується за наявності навмисних дестабілізуючих впливів, зокрема при застосуванні сучасних засобів радіоелектронної боротьби, що реалізують адаптивні алгоритми пригнічення сигналів. Водночас існуючі моделі процесу передачі даних здебільшого ґрунтуються на припущенні стаціонарності середовища та не враховують його часову змінність, структурованість навмисних впливів і накопичений досвід функціонування системи, що зумовлює невідповідність між сучасними вимогами до забезпечення цілісності даних і можливостями наявних модельних та алгоритмічних рішень.

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена необхідністю розроблення модельно-алгоритмічних рішень, спрямованих на формалізацію процесу передачі даних як складної динамічної системи оброблення інформації та реалізацію адаптивного керування параметрами каналу передачі даних на основі комплексного оцінювання його стану. Це створює передумови для забезпечення цілісності даних у системах, що функціонують в умовах навмисних дестабілізуючих впливів, зокрема в задачах керування безпілотними літальними апаратами.

Результати дисертаційного дослідження отримано в межах науково-дослідної роботи «Методи й моделі забезпечення цілісності даних у каналах керування БпЛА в умовах застосування засобів РЕБ» (державний реєстраційний номер: 0125U001728), спрямованої на розвиток методів комп'ютерного моделювання інформаційних процесів у безпроводних засобах передачі інформації, алгоритмів адаптивної обробки даних і оцінювання якості передачі інформації в умовах навмисних завад. Автор дисертаційної роботи брав участь у цій науково-дослідній роботі як відповідальний виконавець.

2. Мета і задачі дослідження

Метою дисертаційного дослідження є розроблення методів і моделей забезпечення цілісності даних у безпроводних засобах передачі інформації на основі адаптивного керування параметрами каналу зв'язку в умовах навмисних завад, а також експериментальна перевірка їх ефективності засобами комп'ютерного імітаційного моделювання.

Для досягнення мети дослідження в дисертації сформульовані та вирішені наступні завдання:

1. Проведено системний аналіз сучасних підходів до побудови безпроводних систем передачі даних як складних динамічних систем оброблення інформації, що функціонують в умовах нестационарного завадового середовища, з урахуванням концепцій когнітивного та

програмно-визначеного радіо, з метою формалізації вимог до математичних моделей, алгоритмів адаптивного керування та процедур прийняття рішень щодо параметрів каналів передачі даних.

2. Формалізовано процес передавання даних у безпроводних системах в умовах навмисних заводових впливів шляхом розроблення узагальненої імітаційної моделі каналу передачі даних, що забезпечує моделювання процесів передавання даних з урахуванням параметрів каналу, часової динаміки середовища та дестабілізуючих впливів, описаних сценаріями функціонування.

3. Розроблено метод адаптивного керування параметрами каналу передачі даних, що базується на комплексному врахуванні апріорної інформації про множину допустимих каналів, поточного стану каналу за метриками цілісності даних, часової динаміки системи та історії станів каналів із застосуванням механізму їх тимчасового блокування.

4. Удосконалено модельно-алгоритмічний підхід до адаптивного керування параметрами каналу передачі даних шляхом інтегрованого використання обчислювальної моделі каналу, метрик цілісності даних та часової динаміки і історії змін характеристик каналу для реалізації багатокритеріального оцінювання його стану.

5. Обґрунтовано систему показників оцінювання цілісності даних і ефективності передачі інформації, придатних для аналізу функціонування системи в умовах динамічної заводової обстановки та забезпечення адаптивного керування параметрами каналу передачі даних.

6. Проведено серії обчислювальних експериментів із використанням розробленої комп'ютерної моделі та здійснено оцінювання ефективності запропонованого методу адаптивного керування параметрами каналу передачі даних у різних сценаріях навмисного заводового впливу.

3. Наукові положення, розроблені особисто здобувачем, та їх новизна.

Дисертаційна робота виконана здобувачем особисто, містить наукові положення і результати, які характеризуються як науково значущі з

урахуванням потреб теорії та практики за спеціальністю 122–Комп’ютерні науки.

Основні результати дослідження, які становлять його наукову новизну, полягають у наступному:

Вперше:

– розроблено узагальнену імітаційну модель каналу передачі даних, яка, на відміну від відомих, забезпечує моделювання процесів передавання даних в умовах навмисних впливів шляхом інтеграції параметризованих моделей каналу, середовища та дестабілізуючих впливів, описаних сценаріями функціонування, у межах єдиної формалізованої структури, що дозволило реалізувати сценарно-орієнтоване моделювання функціонування каналу та обґрунтувати вибір адаптивних стратегій керування;

– розроблено метод адаптивного керування параметрами каналу передачі даних в умовах навмисних дестабілізуючих впливів, який, на відміну від відомих, що базуються на статичних правилах або миттєвих енергетичних показниках каналу, забезпечує прийняття рішень шляхом комплексного врахування апріорної інформації про множину допустимих каналів, поточного стану каналу за метриками цілісності даних, часової динаміки функціонування системи та історії попередніх станів каналів із використанням механізму їх тимчасового блокування, що дозволило підвищити обґрунтованість вибору робочого каналу, зменшити ймовірність повторного використання непридатних частот і забезпечити цілісність даних у процесі передачі в умовах динамічного завадового середовища.

Удосконалено:

– модельно-алгоритмічний підхід до адаптивного керування параметрами каналу передачі даних, який, на відміну від відомих, що базуються на аналізі лише поточних значень параметрів каналу, ґрунтується на інтегрованому використанні обчислювальної моделі каналу, метрик цілісності даних та часової динаміки й історії станів каналу шляхом реалізації багатокритеріального оцінювання його стану, що дозволило виявляти

тенденції деградації каналу, зменшувати втрати інформації у перехідних режимах і підвищити ефективність передачі даних з точки зору їх цілісності. Набув подальшого розвитку:

– метод моделювання та оцінювання ефективності функціонування безпроводних систем передачі даних в умовах завадового впливу, який, на відміну від існуючих, розширено за рахунок використання сценарного моделювання завад та системи інтегральних і ковзних метрик стану системи (BER, PER, SNR, PoI), що забезпечує можливість кількісного порівняння ефективності алгоритмів адаптивного керування параметрами каналу передачі даних та вибору найбільш ефективної стратегії функціонування системи для заданого сценарію завадового впливу.

Основні результати дисертаційної роботи, що характеризують новизну дослідження, полягають у наступному:

1. Розроблені математична та узагальнена імітаційна моделі каналу передачі даних враховують часові, частотні та енергетичні збурення, а також навмисні дестабілізуючі впливи. Узагальнений характер розробленої імітаційної та математичної моделей, їх параметризованість і незалежність від конкретної реалізації забезпечують можливість використання отриманої моделі як формалізованої основи для синтезу адаптивних алгоритмів керування параметрами каналу передачі даних в умовах навмисних дестабілізуючих впливів. Запропоновано спосіб формалізованого подання результатів моделювання у вигляді багатовимірного масиву даних, таблично-часових структур та сценарного каркаса, що забезпечує уніфіковане зберігання, оброблення та порівняння результатів для різних режимів функціонування каналу.

2. Розроблений метод адаптивного керування параметрами каналу передачі даних в умовах навмисних дестабілізуючих впливів забезпечує прийняття рішень шляхом комплексного врахування апріорної інформації про множину допустимих каналів (частотних слотів), поточного стану каналу за метриками цілісності даних, часової динаміки функціонування системи та історії

попередніх станів каналів із використанням механізму їх тимчасового блокування, що дозволило підвищити обґрунтованість вибору частотного слоту робочого каналу, зменшити ймовірність повторного використання непридатних частот і забезпечити цілісність даних у процесі передачі в умовах динамічного завадового середовища.

3. Удосконалений модельно-алгоритмічний підхід до адаптивного керування параметрами передачі даних ґрунтується на інтегрованому використанні обчислювальної моделі каналу, метрик цілісності даних та часової динаміки й історії змін характеристик каналу шляхом реалізації багатокритеріального оцінювання його стану, що дозволило виявляти тенденції деградації каналу, зменшувати втрати інформації у перехідних режимах і підвищити ефективність передачі даних з точки зору їх цілісності.

4. Обґрунтовано систему показників оцінювання цілісності даних і ефективності передачі інформації, зокрема на основі використання BER, PER та інтегральних і ковзних метрик, придатних для аналізу функціонування системи в умовах динамічної завадової обстановки та забезпечення адаптивного керування параметрами каналу передачі даних. Набув подальшого розвитку метод моделювання та оцінювання ефективності функціонування безпроводних систем передачі даних в умовах завадового впливу, який, на відміну від існуючих підходів, розширено за рахунок використання сценарного моделювання завад та системи інтегральних і ковзних метрик стану системи (BER, PER, SNR, PoI), що забезпечує можливість кількісного порівняння ефективності алгоритмів адаптивного керування параметрами каналу передачі даних та вибору найбільш ефективної стратегії функціонування системи для заданого сценарію завадового впливу.

4. Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків рекомендацій

Дисертаційна робота ґрунтується на репрезентативному масиві первинних даних і результатів досліджень, системний аналіз і узагальнення яких забезпечили формування основних наукових положень, висновків і

практичних рекомендацій. Логічна цілісність викладу матеріалу та послідовність отримання результатів підтверджують їх внутрішню узгодженість і наукову обґрунтованість.

Достовірність і обґрунтованість отриманих результатів забезпечуються використанням сучасних методів наукового дослідження, зокрема математичного та імітаційного моделювання, а також ґрунтовним аналізом наукових праць вітчизняних і зарубіжних дослідників, нормативно-правових документів, аналітичних матеріалів міжнародних організацій та актуальних інформаційних ресурсів. Це дозволило забезпечити коректність постановки задач, адекватність застосованих підходів і верифікацію отриманих результатів відповідно до сучасного рівня розвитку предметної галузі.

Основні положення, висновки та практичні рекомендації базуються на матеріалах власних досліджень автора, логічно випливають із матеріалів дисертації та є науково обґрунтованими і чітко сформульованими.

Для розв'язання поставлених у дисертаційній роботі задач використано методи математичного та імітаційного комп'ютерного моделювання, методи алгоритмічного аналізу, методи теорії керування та теорії прийняття рішень, а також методи об'єктно-орієнтованого програмування.

Методи математичного моделювання застосовано для формалізації процесів передачі та обробки даних у безпроводних системах передачі інформації, побудови математичних моделей впливу заводових факторів на інформаційні процеси та встановлення залежностей між параметрами передачі і показниками цілісності даних.

Методи імітаційного комп'ютерного моделювання використано для створення комп'ютерної моделі системи передачі даних, дослідження її функціонування в умовах змінної заводової обстановки та проведення обчислювальних експериментів для оцінювання ефективності запропонованого методу адаптивного керування параметрами каналу передачі інформації.

Методи теорії керування та прийняття рішень застосовано під час

розроблення алгоритмів адаптивного керування параметрами каналу передачі даних та формування критеріїв вибору параметрів системи в умовах змінної заводової обстановки.

Методи алгоритмічного аналізу використано при розробленні та дослідженні алгоритмів адаптивного вибору параметрів каналу передачі даних.

Методи об'єктно-орієнтованого програмування застосовано під час реалізації програмної моделі системи передачі даних та проведення комп'ютерних експериментів у середовищі MATLAB.

Зазначені методи забезпечили розроблення математичної моделі інформаційного процесу передачі даних, синтез алгоритму адаптивного керування параметрами системи та проведення комп'ютерного експерименту для оцінювання ефективності запропонованих рішень.

5. Теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження.

Розроблені під час дослідження моделі, методи та алгоритми застосовуються під час виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт для формування сценаріїв функціонування систем передачі даних, оцінювання їх стійкості до навмисних дестабілізуючих впливів та розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності їх функціонування.

Отримані результати дисертаційного дослідження впроваджено:

в діяльність ТОВ «Інформаційні системи захисту» та використано для аналізу стійкості процесів передачі даних, моделювання впливу дестабілізуючих факторів і розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності функціонування систем (акт про впровадження від 18.11.2025 р.);

в діяльність ТОВ «НІКС», де вони використовуються при дослідженні поведінки систем передачі даних у складних умовах функціонування,

побудові сценаріїв моделювання та підготовці аналітичних матеріалів щодо оцінювання їх стійкості (акт про впровадження від 27.11.2025 р.);

в освітній процес Національного університету «Чернігівська політехніка» та використано при викладанні дисциплін, пов'язаних із комп'ютерним моделюванням, аналізом інформаційних процесів і забезпеченням інформаційної безпеки (акт впровадження від 02.12.2025 р.).

Апробація результатів дослідження.

Основні наукові результати дисертаційної роботи пройшли апробацію у процесі виконання науково-дослідної роботи, а також були представлені та обговорені на науково-практичних конференціях, тематика яких пов'язана з комп'ютерними науками, обробкою даних, комп'ютерним моделюванням і дослідженням безпроводних систем передачі інформації:

- 1) на I Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека ресурсів інформаційних систем» м. Чернігів 16-17 квітня 2020 року;
- 2) на XV Міжнародній науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих учених «ЮНІСТЬ НАУКИ – 2025», м. Чернігів 23-25 квітня 2025 року;
- 3) на XIV Міжнародній науково-технічній конференції «ITSec: Безпека інформаційних технологій», м. Тернопіль, 22-24 травня 2025 року.

6. Повнота викладення основних наукових результатів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

Аналіз кількості наукових публікацій, повноти опублікування результатів дисертації та особистого внеску здобувача до всіх наукових публікацій, опублікованих самостійно й у співавторстві та зараховані за темою дисертації, засвідчив, що результати дослідження, викладені у дисертаційній роботі, отримані автором самостійно та повною мірою відображені в публікаціях, доповідалися та обговорювалися на науково-практичних конференціях.

Основні результати дисертаційної роботи повно викладені в 5 публікаціях, що включають: 4 наукові статті у фахових українських

наукових журналах (з них 3 – одноосібні), 1 стаття у зарубіжному фаховому науковому журналі, а також 3 публікації у збірниках матеріалів наукових конференцій. Опубліковані праці відображають ключові результати дисертації, зокрема розроблені методи, моделі та результати обчислювальних експериментів.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Семендяй С. М. Використання технології когнітивного радіо для підвищення ефективності безпроводових систем передачі даних в умовах активного застосування засобів радіоелектронної боротьби // Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2023. № 4(20). С. 220–229. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.20.220229>

2. Семендяй С. М. Підвищення ефективності безпроводових систем передачі даних в умовах застосування засобів радіоелектронної боротьби // Технічні науки та технології. 2023. № 2(32). С. 224–234. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-2\(32\)-224-234](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-2(32)-224-234)

3. Семендяй С. М. Адаптивне спектральне маневрування в системах керування роботизованими комплексами в умовах радіоелектронної боротьби // Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2025. № 2(30). С. 616–629. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2025.30.937>

4. Зайцев С. В., Василенко В. М., Семендяй С. М. Огляд адаптивних методів забезпечення достовірності передачі інформації при використанні завадостійкого кодування у системах бездротового зв'язку // Informatics and Mathematical Methods in Simulation. 2021. Vol. 11, No. 4. P. 278–286. <https://doi.org/10.15276/imms.v11.no4.278>

5. Семендяй С. М., Зайцев С. В. Метод забезпечення достовірності інформації в безпроводових засобах передачі даних за рахунок структурної адаптації та використання нейронних мереж // Безпека ресурсів

інформаційних систем: матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. (Чернігів, 16 – 17 квітня 2020 р.). Чернігів: ЧНТУ, 2020. С. 182–185.

6. Семендяй С. М. Протидія засобам радіоелектронної боротьби у логістичних безпілотних апаратах шляхом застосування когнітивного радіо // ITSec: Безпека інформаційних технологій: матеріали XIV Міжнар. наук.-техн. конф. (Тернопіль, 22–24 травня 2025 р.). Київ: ДУІКТ, 2025. С. 171–173.

7. Семендяй С. М. Кіберзахист автономних логістичних систем на базі БпЛА: поточні виклики та прогнози // Юність науки – 2025: матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених (м. Чернігів 23–25 квіт. 2025 р.). – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2025. С. 1136–1137.

Статті у наукових фахових виданнях та виданнях, внесених до наукометричних баз:

1. Semendiai S., Tkach Y., Shelest M., Korchenko O., Ziubina R., Veselska O. Improving the Efficiency of UAV Communication Channels in the Context of Electronic Warfare // International Journal of Electronics and Telecommunications. 2023. Vol. 69, No. 4. P. 727–732. <https://doi.org/10.24425/ijet.2023.147694> (SCOPUS).

7. Загальний висновок.

Дисертаційна робота Семендяя Сергія Матвійовича на тему «Методи та моделі забезпечення цілісності даних в безпроводних засобах передачі інформації» є оригінальним, самостійним, завершеним науковим дослідженням, що стосується актуальної проблематики і містить оригінальні підходи до розв'язання теоретичних та практичних завдань підтримки прийняття рішень щодо захисту корпоративних комп'ютерних мереж від кіберзагроз.

Основні положення, висновки та рекомендації дисертації містять елементи наукової новизни, є повністю обґрунтовані та аргументовані і отримали необхідну апробацію на науково-практичних конференціях. У

публікаціях здобувача знайшли відображення всі положення дисертаційного дослідження. Зміст дисертації відповідає визначеній меті, поставлені здобувачем наукові завдання вирішені повною мірою, мету дослідження досягнуто. Роботу виконано державною мовою.

За актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Семендя Сергія Матвійовича відповідає спеціальності 122-Комп'ютерні науки та вимогам «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах)», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 19 травня 2023 р. № 502), наукові публікації здобувача відповідають пункту 8 постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Дисертація Семендя Сергія Матвійовича на тему «Методи та моделі забезпечення цілісності даних в безпроводних засобах передачі інформації» може бути рекомендована до захисту у спеціалізовану вчену раду.

Головуючий

завідувач кафедри інформаційних

та комп'ютерних систем, к.т.н., доцент

17.04.2026



Роговенко А.І.



Роговенко А.І.
17.04.2026
2026 р.