

Голові спеціалізованої вченої ради Д 26.255.01  
03186, м. Київ, Чоколівський бул., 13,  
Інститут телекомунікацій і глобального  
інформаційного простору НАН України

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента**

професора кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки  
факультету інформаційних технологій та управління Київського університету імені  
Бориса Грінченка

доктора технічних наук, доцента Семка Віктора Володимировича  
на дисертаційну роботу Горлинського Бориса Вікторовича

«Методи забезпечення достовірності інформації в безпроводових засобах передачі  
даних за рахунок адаптивного кодування»,

що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю  
05.13.06 – інформаційні технології

***Актуальність теми дисертаційної роботи***

Безпроводові засоби передачі даних (БЗПД) найбільш за інші засоби передачі даних підвержені впливу завад різного походження, у тому числі і навмисних. Впливаючи на БЗПД, завади імітують або спотворюють спостережувані і реєстровані сигнали або зображення, затрудняють або виключають виділення корисної інформації, ведення переговорів, знижують їх дальність дії і якість роботи в цілому. Під дією завад БЗПД можуть припинити передачу інформації, незважаючи на їх повну справність і працездатність.

Враховуючі вищезазначене, постає задача забезпечення достовірності інформації в БЗПД в умовах впливу різноманітних завад. Успішне вирішення такої задачі можливе за рахунок розробки відповідних методів протидії завадам з використанням нечіткого декодування багатокомпонентних турбокодів та кодових конструкцій на основі адаптивного кодування за умов нестационарних навмисних завад.

В такому разі можна сформулювати оцінки невизначеності інформації при декодуванні, мінімізувати ці оцінки шляхом застосування різних за структурою завадостійких кодів з використанням методів нечіткого декодування багатокомпонентних турбокодів і підготовки первинної інформації для адаптивних БЗПД, що дозволяє забезпечити достовірність передачі інформації.

Саме тому науково-прикладна задача, яка полягає у забезпеченні достовірності передачі інформації в системах бездротового зв'язку в умовах апріорної невизначеності за рахунок розроблення методів адаптивного кодування, є **актуальною**.



## **Загальна оцінка змісту, наукової новизни та практичної значимості, оцінка достовірності та обґрунтованості результатів**

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та трьох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 202 аркуші, з яких основний зміст роботи розкрито на 173 аркушах.

Зміст роботи відповідає поставленому науковому завданню та сформульованим задачам. Їх рішення є суттю та змістом виконаних досліджень, які відповідають п.п. 6, 9, 10, 14 паспорту спеціальності 05.13.06 – “Інформаційні технології” й направлені на дослідження сутності процесів адаптивного управління системами передачі інформації в умовах апіорної невизначеності.

У *вступі* автором обґрунтовано актуальність досліджуваної проблеми та висвітлено її поточний стан, чітко сформульовано мету, котра корелює з темою роботи, та деталізується у завданнях, визначено об’єкт і предмет дослідження, систему використаних в роботі дослідницьких методів та інструментів.

У *першому розділі* автором виконано аналіз існуючих методів забезпечення інформації в безпроводових засобах передачі даних, а також постановку завдань, що вирішуються в дисертаційній роботі. Проведено аналіз сучасного стану систем бездротового зв’язку, основних факторів, що призводять до зниження достовірності передачі інформації в безпроводових засобах передачі даних, існуючих методів забезпечення достовірності інформації в безпроводових засобах передачі даних.

За результатами проведеного аналізу визначено, що основними перевагами бездротових систем передачі даних є висока ефективність, гнучкість при застосуванні, незначна вартість при розширенні і експлуатації систем.

Розглянуто завадостійкі коди, принцип побудови, способи і особливості їх використання в безпроводових системах передачі даних. Проведений аналіз показав основні напрями підвищення достовірності інформації за рахунок застосування адаптивних систем, кодових конструкцій на основі турбокодів, кодів Боуза — Чоудхурі — Хоквінгема (БЧХ), кодів Хемінга, технологій розширення спектру сигналу та технології систем зв’язку з рознесеними передавальними і приймальними антенами МІМО (*Multiple Input Multiple Output*).

У *другому розділі* розглянуто формальний опис методу забезпечення достовірності інформації в безпроводових засобах передачі даних на основі адаптації кодових конструкцій. За рахунок формалізації процесу адаптивної зміни структури кодів в БЗПД розроблено формальну модель методу забезпечення достовірності інформації в БЗПД на основі адаптації кодових конструкцій.

Наведені результати оцінки складності реалізації методу забезпечення достовірності інформації в БЗПД на основі адаптивного кодування.

У *третьому розділі* розглянуто обчислювальний метод декодування багатокомпонентних турбокодів в БЗПД. Неведено результати аналізу основних алгоритмів декодування турбокодів, а саме: алгоритм декодування по максимуму апостеріорної ймовірності Мар, алгоритм декодування Max Log Мар, алгоритм декодування Log Мар. В алгоритмах декодування турбокодів при розрахунку параметра каналної “надійності” запропоновано спосіб врахування впливу навмисних



завад, а саме: завад у відповідь, шумової завади, шумової загороджувальної завади, шумової завади в частині смуги.

Розглянуто обчислювальний метод нечіткого декодування багатокомпонентних турбокодів в БЗПД та наведені результати оцінки його ефективності.

В *четвертому розділі* розглянуто метод підготовки первинної інформації для адаптивних безпроводових засобів передачі даних – метод підготовки первинної інформації для адаптивних БЗПД, який забезпечує вибір структури та параметрів кодів.

Представлено математичний апарат аналізу оптимальної стратегії завад, обґрунтовано ефективність застосування запропонованого методу та проведено аналіз основних етапів моделювання адаптивних БЗПД.

*Обґрунтованість висновків і одержаних результатів дисертаційної роботи* переконливо окреслена використанням сучасних методів і механізмів адаптивного управління БЗПД в умовах завад.

Висновки і результати дисертаційної роботи базується на коректній постановці завдань, коректному використанні сучасного апробованого математичного апарату, математичній строгості перетворень при одержанні аналітичних залежностей; коректному використанні вихідних посилань до розроблення методів, що використовують методи і алгоритми декодування турбокодів; методи і алгоритми адаптивного управління БЗПД; методи теорії кодування; методи теорії управління для розроблення методів адаптації турбокодів; методи імітаційного моделювання.

Отримані автором наукові результати відповідають поставленим задачам досліджень, є логічними, не суперечать фундаментальним фізичним і математичним закономірностям та підтверджуються достатньою апробацією основних положень і висновків на міжнародних форумах, науково-технічних конференціях та семінарах.

*Достовірність результатів дисертаційної роботи* підтверджується результатами проведених досліджень, коректністю застосування математичного апарату, можливих припущень та формулюванням умов досліджень, а також математичному і імітаційному моделюванні процесів забезпечення достовірності передачі інформації в системах безпроводового зв'язку в умовах завад.

***До нових наукових результатів, які в дисертаційній роботі:***

**отримані вперше, слід віднести:**

1) метод забезпечення достовірності інформації в БЗПД на основі адаптації різних кодових конструкцій, який, на відміну від відомих, застосовує різні за структурою завадостійкі коди, від більш простих до більш складних, в залежності від відношення сигнал-шум в каналі, що дозволяє забезпечити задані показники достовірності інформації та зменшити кількість елементарних операцій цифрових сигнальних процесорів при цифровій обробці кодованих даних;

2) метод нечіткого декодування багатокомпонентних турбокодів в БЗПД, який, на відміну від відомих, використовує функції приналежності при розрахунку перехідних рекурсій та логарифмічних відношень функцій правдоподібності у



алгоритмах декодування турбокодів, що дозволяє забезпечити задані показники достовірності інформації та підвищити енергетичну ефективність БЗПД на 0,2–0,8 дБ у порівнянні з відомими методами;

3) метод підготовки первинної інформації для адаптивних БЗПД, який, на відміну від відомих, збільшує мірність простору кодів та завад, а також використовує нові аналітичні співвідношення для розрахунку середньої ймовірності бітової помилки з урахуванням параметрів завад та використанні трьохкомпонентного турбокоду, що дозволяє забезпечити задані показники достовірності інформації в БЗПД, при цьому енергетичний виграш складає 0,8 дБ у порівнянні з відомими методами.

*Теоретичне, наукове і практичне значення результатів* полягає в подальшому розвитку теоретичних та практичних методів і моделей підвищення достовірності передачі інформації в системах безпроводового зв'язку в умовах завад за рахунок розроблення методів на основі адаптації кодових конструкцій турбокодів.

Практична цінність дисертації обумовлена позитивним ефектом від використання результатів дисертаційної роботи:

– при виконанні науково-дослідної роботи Державного науково-дослідного інституту технологій кібербезпеки та захисту інформації, шифр «Рута» (№ ДР 0117U000086Т);

– при виконанні дослідно-конструкторської роботи Товариства з обмеженою відповідальністю «Трител», шифр «Турія» (№ ДР 0119U000009ЦТ);

– при виконанні науково-дослідної роботи Чернігівського національного технологічного університету МОН України «Інформаційна технологія забезпечення сталої достовірності інформації в мережах Інтернету речей» (№ ДР 0118U006996);

– при розробці архітектури заводо захищених засобів передачі даних Товариства з обмеженою відповідальністю «Інформаційна безпека»;

– при моделюванні та створенні захищеної мережі передачі даних Товариства з обмеженою відповідальністю «НікС».

#### ***Рекомендації щодо використання наукових результатів***

Теоретичні положення, що отримані в дисертаційній роботі, можуть бути розповсюджені на безпроводові інформаційно-комунікаційні системи, що функціонують в умовах завад в кібернетичному просторі.

Додаткового дослідження вимагають задачі щодо визначення параметрів та характеристик функціонування систем безпроводового зв'язку, властивостей і формалізації параметрів функціонування БЗПД, зовнішніх і внутрішніх впливів, формалізації опису алгоритмів функціонування системи забезпечення достовірності інформації в БЗПД в цілому.

#### ***Завершеність, стиль викладання, публікації***

Дисертація та автореферат написані грамотно, а стиль викладення в них матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій відповідає



вимогам стандарту ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки» й у цілому забезпечує доступність їх сприйняття.

Зміст автореферату відображає основні результати роботи, які приведені в дисертації. Дисертація по тематиці і результатам відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

Основні положення та висновки дисертаційної роботи опубліковано в: 16 публікаціях, що включають: 9 наукові статті, з них 5 статей у наукових виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз даних, 4 статті у фахових виданнях України з технічних наук, 2 патенти на корисну модель, 1 авторське свідоцтво на комп'ютерну програму, 4 публікації у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій,

В дисертації та авторефераті досить чітко вказано особистий вклад дисертанта при отриманні нових наукових результатів.

Зазначені публікації повною мірою висвітлюють основні наукові положення дисертації. Стиль викладення автореферату в цілому забезпечує його доступність та сприйняття. В ньому чітко і лаконічно викладені наукові завдання дисертаційного дослідження та шляхи їх вирішення. З тексту зрозуміла наукова і практична значимість дисертаційної роботи, особистий внесок здобувача.

#### ***Недоліки та зауваження.***

1) В роботі чітко не визначений вид системи передавання (мобільний зв'язок, Wi-Fi), хоча від цього залежать формати даних, режими обміну даними, параметри передавання тощо. Це викликає неоднозначність формулювання умов для режиму реального часу, а від цього залежать припущення і обмеження, які накладаються на моделі.

2) В першому розділі повністю відсутній критеріальний аналіз, який дозволив би порівняти існуючі сучасні технічні засоби і довести перспективність вибраного напрямку наукового дослідження. В роботі порівняння здійснюється або на якісному рівні, або за окремими параметрами.

3) З дисертації незрозуміло для яких каналів та їх параметрів проводилось імітаційне моделювання.

4) В тексті роботи та в авторефераті мають місце описки та інколи використовуються терміни і позначення, які не є загальновідомими або загальноприйнятими.

Зазначені недоліки суттєво не впливають на загальне позитивне враження від роботи, не зменшують її наукової цінності та практичної значимості.

#### ***Висновки***

1. Дисертаційна робота Горлинського Бориса Вікторовича за темою «Методи забезпечення достовірності інформації в безпроводових засобах передачі даних за рахунок адаптивного кодування» є закінченим, одноосібно написаним науковим дослідженням і в цілому відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.



2. Сукупність наукових положень, які сформульовані та обґрунтовані в дисертаційній роботі, має практичну цінність, що підтверджується актами про впровадження результатів.

3. Дисертаційна робота виконана на високому науковому рівні, відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12, «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24 липня 2013 р. (зі змінами), а її автор - Горлинський Борис Вікторович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 051.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, доцент,  
професор кафедри інформаційної  
та кібернетичної безпеки факультету  
інформаційних технологій та управління  
Київського університету імені Бориса Грінченка



В.В.Семко

КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ БОРИСА ГРІНЧЕНКА  
Ідентифікаційний код 02136554  
ВЛАСНОРУЧНИЙ ПІДПИС  
Семко В.В. ВАСВІДЧУЮ  
(ПІБ)  
[Signature]  
(ПІС)

14.01.2020р.