

ВІДГУК

офіційного рецензента на дисертаційну роботу

Сокоринської Наталії Василівни

на тему «Інформаційна технологія підвищення достовірності інформації

в безпроводових засобах передачі даних з адаптивними кодами»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань Інформаційні технології

за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації

Дисертаційне дослідження Сокоринської Наталії Василівни спрямоване на вивчення адаптивних коригувальних кодів, а саме турбо кодів, їх алгоритмів декодування для підвищення результативності роботи безпроводових засобів передачі даних в умовах дії інтенсивних завад на основі розроблення нових методів та моделей, побудованих із використанням адаптивних турбо кодів.

У безпроводових системах передачі даних для підвищення достовірності інформації використовуються технології адаптивного управління параметрами модуляції, потужності і кодування. У системах мобільного зв'язку покоління 4G та 5G при адаптації кодування використовується лише один параметр – надмірність кодера турбо коду або LDPC-коду, яка регулюється зміною швидкості кодування у межах певного інтервалу. Застосування турбо кодів доцільне при невеликих швидкостях кодування, тоді як LDPC-коди ефективні при високих швидкостях.

На сучасному етапі методи підвищення достовірності передавання інформації в безпроводових системах передачі даних є об'єктом ґрунтовних і всебічних досліджень. У дисертації вирішується актуальна науково-прикладна задача, що має важливу наукову, практичну й технічну спрямованість при побудові сучасних безпроводових засобів передачі даних – підвищення достовірності інформації за допомогою розробки методів та моделей, що ґрунтуються на адаптивних коригувальних кодах.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

– вперше представлено метод підвищення достовірності передавання інформації у безпроводових системах за рахунок адаптивного визначення розміру діаграм станів. Наукова новизна розробленого методу полягає в тому, що, на відміну від існуючих підходів, реалізується адаптивне налаштування розміру діаграми станів кодера і декодера турбо коду з урахуванням

відношення сигнал/шум у каналі та нормалізованої кількості змін знаку апостеріорно-апріорних логарифмічних відносин функцій правдоподібності переданих бітів;

– вперше розроблено метод оцінки достовірності інформації в умовах апріорної невизначеності, сутність якого полягає в розрахунку показника невизначеності декодування, за рахунок використання апріорної та апостеріорної інформації декодера турбо коду та інформації про значення дисперсії завад. На відміну від відомих результатів, за рахунок використання зміни знаків апріорних і апостеріорних логарифмічних відносин функцій правдоподібності при ітеративному декодуванні та обліку значень дисперсії завад у параметрі каналної надійності, метод дозволяє отримувати значення достовірності інформації (коефіцієнт помилки) без використання додаткового службового каналу або додаткових методів аналізу без використання надмірності інформаційної послідовності;

– набула подальшого розвитку математична модель оцінки дисперсії завад для адаптивних турбо кодів, що дозволяє зменшити похибку оцінки стану каналу та підвищити достовірність інформації в безпроводових системах передачі даних. Похибка оцінки стану каналу складає 0,25-0,7 дБ в залежності від ітерацій декодування турбо коду. Відмінність розробленої математичної моделі від існуючих, що визначає її новизну, полягає в тому, що оцінка дисперсії завад здійснюється за рахунок аналізу результатів розрахунку правдоподібності даних, застосовуваних під час декодування даних багатокomпонентних турбо кодів, та врахуванні отриманих значень при ітеративному декодуванні.

В дисертації наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки Сокоринської Наталії Василівни повністю відповідає предметній області спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про особистий внесок здобувача у науковий напрям Інформаційні технології.

Ознайомлення зі звітом подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, дає підстави для заключення, що дисертаційна робота Сокоринської Наталії Василівни є результатом самостійних досліджень здобувача, не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації та плагіату. Дисертант дотримувалась норм та принципів академічної доброчесності, норм законодавства про авторське право. У

дисертації наявні посилання на відповідні джерела, зазначені у списку використаних джерел.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота виконана українською мовою. Матеріал викладено структуровано, послідовно та з використанням коректної наукової термінології.

Структура дисертації є класичною та логічно обґрунтованою, забезпечуючи послідовний перехід від постановки проблеми до її вирішення та верифікації результатів.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 147 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність покращення ефективності безпроводових засобів передачі даних в умовах впливу завад за рахунок розробки методів на основі адаптації кодових конструкцій, показано зв'язок із науковими програмами, планами, темами. Сформульовано наукову новизну, практичну цінність, а також перелік задач, що вирішуються в межах дослідження.

Перший розділ дисертації висвітлює дослідження сучасних систем передачі інформації, основних факторів порушення достовірності інформації, існуючих методів підвищення достовірності інформації в сучасних безпроводових системах передачі даних. Аналіз показав, що перспективним напрямком вирішення задачі підвищення достовірності інформації за умов впливу завад є застосування адаптації кодових конструкцій.

На основі дослідження декодування турбо кодів в другому розділі дисертації вперше розроблено метод підвищення достовірності передачі інформації у бездротових системах за рахунок адаптивного вибору розміру діаграм станів. Суть підходу полягає в оптимізації кодеру і декодеру турбо коду з використанням запропонованого показника невизначеності декодування, що забезпечує підвищення достовірності без зниження пропускної здатності мереж бездротового зв'язку.

На відміну від вже відомих методів, адаптивний вибір розміру діаграм станів залежить від співвідношення сигнал/шум у каналі та нормалізованої кількості змін знаку апостеріорно-апріорних логарифмічних відносин функцій правдоподібності переданих бітів.

Третій розділ дисертаційного дослідження містить аналіз процедур кодування за максимумом апостеріорної ймовірності, і за результатами аналізу запропоновано метод оцінки достовірності інформації в умовах апріорної невизначеності. Сутність методу полягає в розрахунку показника невизначеності декодування, який є аналогом достовірності інформації, за

рахунок використання апіорної та апостеріорної інформації декодера турбо коду та інформації про значення дисперсії завад.

Аналіз моделювання показує, що зі збільшенням ітерацій декодування та розміру блоку даних точність оцінки достовірності інформації, що розраховується декодером без зменшення пропускну здатності, наближається до оцінки достовірності з використанням додаткового службового каналу. Так, для $N = 1000$, 8 ітерацій декодування, відношення сигнал/шум рівного 1,4 дБ, значення ймовірності помилки декодування (при використанні додаткового службового каналу) дорівнює $5 \cdot 10^{-5}$, а значення показника невизначеності декодування (коефіцієнта помилок) – $9 \cdot 10^{-5}$.

Четвертий розділ дисертації присвячений дослідженню відомих моделей оцінки стану каналів передачі для безпроводових систем передачі інформації. За результатами аналізу вперше запропоновано математичну модель оцінки дисперсії завад для адаптивних турбо кодів. Сутність моделі полягає в розрахунку дисперсії завад типу білий гаусівський шум з використанням апіорної та апостеріорної інформації декодера багатокомпонентного турбо коду.

Відмінність розробленої математичної моделі від існуючих, що визначає її новизну, полягає в тому, що оцінка дисперсії завад здійснюється за рахунок аналізу результатів розрахунку логарифмічних відношень функцій правдоподібності при декодуванні багатокомпонентних турбо кодів, та врахуванні отриманих значень при ітеративному декодуванні.

Застосування математичної моделі дозволяє зменшити похибку оцінки стану каналу та підвищити достовірність інформації в безпроводових системах передачі даних. Похибка оцінки стану каналу складає 0,25-0,7 дБ в залежності від ітерацій декодування турбо коду.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами).

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 17 наукових роботах, у тому числі 9 статтях, з них 3 статті у наукових виданнях, які входять до міжнародної наукометричної бази Scopus, 6 статей у фахових виданнях України що належать до категорії Б, 8 публікацій у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій.

Порушень принципів академічної доброчесності у публікаціях не виявлено.

Наукові публікації відповідають вимогам п. 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої

ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами від 19 травня 2023 р. № 502), щодо кількості публікацій, відповідності опублікованих результатів тим, що містяться у дисертації, апробації її основних положень.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

При загальній позитивній оцінці дисертаційної роботи варто виділити такі дискусійні питання та зауваження:

1. Здійснюючи ґрунтовний аналіз каналів в системах мобільного зв'язку доцільно було б розглянути, окрім каналу з адитивним гаусівським шумом, також інші типи каналів, та дослідити характеристики декодування для цих випадків.

2. В дисертації не досліджено складність алгоритмів адаптивного кодування та декодування турбо кодів. Це дозволило б визначити практичну застосовність запропонованого авторкою рішення з точки зору затребуваних ресурсів для реалізації.

3. В ході виконання дисертаційного дослідження поза увагою залишився один з критичних показників, а саме обмеження на розміри довжини блоку даних, які використовуються при кодуванні та декодуванні. Це дозволило б визначити придатність застосування запропонованого методу в безпроводових мережах високошвидкісної передачі даних.

4. Доцільно було б вказати граничну кількість ітерацій декодування декодера турбо коду.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Сокоринської Наталії Василівни на тему «Інформаційна технологія підвищення достовірності інформації в безпроводових засобах передачі даних з адаптивними кодами» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є завершеним науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для інформаційних технологій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6 – 9

«Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами від 19 травня 2023 р. № 502) та «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261 (зі змінами й доповненнями від 19 травня 2023 р. № 502).

Здобувач Сокоринська Наталія Василівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань Інформаційні технології за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Офіційний рецензент:

Начальник відділу Науково-дослідна частина
Національного університету
«Чернігівська політехніка»
доктор філософії

Марія ВОЙЦЕХОВСЬКА