ВІДГУК

офіційного опонента 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.

Дисертаційні дослідження Сокоринської Наталії Василівни стосуються підвищенню достовірності інформації на основі запропонованих методів та моделей, які використовують адаптивні коригувальні турбо коди.

На даний момент у світі час бездротові телекомунікації включають мобільні системи та бездротові системи доступу. Мобільні системи розвинулись від систем 1G до 5G. Активно ведеться розробка, дослідження та дослідні технології шостого покоління 6G. До найбільш поширених систем безпроводового доступу відносяться Wi-Fi, Wi-Max, Zig-Bee, інші.

Методи забезпечення цілісності даних в бездротових телекомунікаціях досліджуються вченими по всьому світу, серед найбільш відомих такі: В. Л. Банкет, В.О. Устименко, С.В. Зайцев, В.В. Казимир, К. Шеннон, Д. Форні, Ф. Дж. Мак-Вільямс, Б. Фано, Е. Вітербі, Р. Хеммінг, Р. Галлагер, К. Берроу, Л., Д. Маккей, Е. Ерікан, Хензо, А. Голдсміт, М. Валенті та інші.

Розвиток канального кодування почався у світі після роботи Клода Шеннона, який передбачив, що надзвичайно низька ймовірність помилки біту може бути досягнута за допомогою канального кодування при додаванні зайвої інформації до переданих повідомлень. Протягом багатьох останніх років після легендарної роботи Шеннона було запропоновано численні коди корекції помилок, які можна широко класифікувати на блокові коди та згорткові коди.

Турбо коди були запропоновані в 1993 році групою французьких вчених, і на протязі багатьох років турбо коди показали високу ефективність при виправленні помилок при потужний завадах в каналі.

Для покращення характеритик достовірності інформації використовуються схеми адаптації цих кодів. При цьому при адаптації у переважної більшості робіт змінюється тільки один параметр – швидкість кодування, що не повною мірою підвищує ефективність схем корегуючого кодування. Слід передбачити для адаптації і інші параметри коригувальних кодів.

З огляду на вищевказане, дисертація розглядає актуальну науково-прикладну задачу, що несе у собі важливе наукове, практичне та технічне значення для створення перспективних безпроводових систем передачі даних – підвищення достовірності інформації за допомогою розробки методів та моделей, що ґрунтуються на адаптивних коригувальних кодах.

Оцінка обгрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. 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 турбокоду з урахуванням відношення сигнал/шум у каналі та нормалізованої кількості змін знаку апостеріорно-апріорних логарифмічних відносин функцій правдоподібності переданих бітів.

2. 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 кода та інформації про значення дисперсії завад. На відміну від відомих результатів, за рахунок використання зміни знаків апріорних і апостеріорних ЛВФП при ітеративному декодуванні та обліку значень дисперсії завад у параметрі канальної надійності, метод дозволяє отримувати значення достовірності інформації (коефіцієнт помилки) без використання додаткового службового каналу або додаткових методів аналізу без використання надмірності інформаційної послідовності.

3. Набула подальшого розвитку математичну 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 що оцінка дисперсії завад здійснюється за рахунок аналізу результатів розрахунку правдоподібності даних, застосовуваних під час декодування даних багатокомпонентних 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 здобувача Сокоринської Наталії Василівни повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Інформаційні технології.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям інформаційні технології.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Сокоринської Наталії Василівни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

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

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

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

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

В першому розділі досліджені сучасні систем передачі інформації, основних факторів порушення достовірності інформації, існуючих методів підвищення достовірності інформації в сучасних безпроводових системах передачі даних, яке показало, 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 адаптивний вибір розміру діаграм станів. Суть підходу – оптимізація кодера і декодера турбокоду з

використанням запропонованого показника невизначеності декодування, що забезпечує підвищення достовірності без зниження пропускної здатності мереж бездротового зв'язку.

На відміну від 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.

В третьому розділі дисертації проведено 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 за рахунок використання апріорної та апостеріорної інформації декодера турбо кода та інформації при значення дисперсії завад.

Аналіз моделювання показує, що зі збільшенням ітерацій декодування та розміру блоку даних точність оцінки достовірності інформації, що розраховується декодером без зменшення пропускної спроможності, 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) – $9 \cdot 10^{-5}$.

Аналіз відомих моделей оцінки стану каналів передачі для безпроводових систем передачі інформації проведено в четвертому розділі дисертації. 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 за використання апріорної та апостеріорної інформації декодера багатокомпонентного турбо кода.

Відмінність розробленої математичної моделі від існуючих, що визначає її новизну, полягає 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».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

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

Порушень принципів академічної доброчесності у публікаціях не виявлено, що свідчить про належну апробацію результатів.

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

Недоліки та зауваження до дисертаціної роботи.

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

1. В дисертації розглянуті лише турбо коди в якості коригувальних, при цьому варто було б розглянути використання інших типів завадостійких кодів, наприклад LDPC-кодів.
2. Не наведено параметри завад, які використовувались при моделюванні характеристик достовірності передачі інформації.
3. При описі «Методу підвищення достовірності інформації у безпроводових системах передачі даних за рахунок адаптивного вибору розміру діаграм станів» не наведено обмеження на параметри.
4. Перспективними напрямком в сучасних системах є застосування системи MIMO, чи можна використовувати запропоновані результати в поєднанні з цією технологією?
5. У тексті дисертації мають місце окремі описки і граматичні та синтаксичні помилки.
6. У розділі 4.3. «Оцінка ефективності математичної моделі оцінки дисперсії завад в багатокомпонентних турбо кодах» не наведено результатів оцінки ефективності запропонованої автором моделі у порівнянні з існуючими.

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 закінченим 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.

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

Офіційний опонент:
Провідний науковий співробітник Інституту
прикладних систем управління НАН України
доктор технічних наук,
доцент _____ Віктор СЕМКО

Підпис Семка В.В. засвідчую
Завідувач кадрової служби
« 19 » листопада 2025 року Олена КРАВЧЕНКО

ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
Ідентифікаційний код 00022945
КАДРОВА СЛУЖБА
м. Київ, Україна