

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора Смірнова Олексія Анатолійовича
на дисертаційну роботу Обіхода Ярослава Яковича на тему
“Методи керування інтелектуальних телекомунікаційних мереж”
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

Актуальність теми

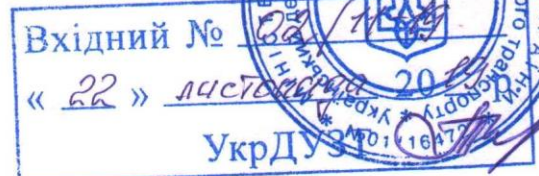
Однією з основних проблем, що виникають при функціонуванні інтелектуальних телекомунікаційних мереж є недостатньо гнучке та ефективне керування в системах прийняття рішень когнітивного радіо. Відсутність механізмів, реалізації динамічної зміни середовища, низька відмовостійкість призводять до зменшення пропускної спроможності системи, збільшення вартості розгортання та обслуговування мережі.

Сучасні тенденції розвитку інтелектуальних телекомунікаційних мереж спрямовані на впровадження механізмів моніторингу робочого спектру частот, співіснування, реєстрації та відстеження користувачів. Впровадження накопичених знань та прийняття рішень є одними з найважливіших напрямів розвитку інтелектуальних телекомунікаційних мереж.

Тому тема дисертації Обіхода Я.Я., що присвячена керуванню інтелектуальних телекомунікаційних мереж, є актуальною.

Оцінка змісту і загальна характеристика досліджень

Побудова дисертації відповідає прийнятим для наукового дослідження нормам. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків по дисертації, списку використаної літератури та додатків. Повний обсяг дисертації складає 182 сторінок, у тому числі: 112 сторінок основного тексту, бібліографія зі 105 найменувань та 3 додатків. Таким чином, обсяг



дисертаційної роботи відповідає нормам, встановленим для кандидатських дисертацій з технічних наук.

Усі положення, винесені на захист, висвітлені в тексті дисертації. Зміст дисертаційної роботи відповідає її назві. Дисертація написана грамотною науковою мовою та оформлена відповідно до існуючих нормативних документів, текст і графічний матеріал виконані акуратно з використанням комп'ютерної техніки. **Зміст дисертаційної роботи** повністю відповідає змісту дисертації і достатньо повно відбиває її основні положення.

У **вступі** доводиться актуальність теми дисертації, зв'язок роботи з науковими програмами, обґрунтовуються мета і задачі дослідження, визначено об'єкт і предмет дослідження. Наведено перелік результатів дисертаційного дослідження, які становлять наукову новизну, сформульовано практичну значимість отриманих наукових результатів.

У **першому розділі** проведено дослідження рівня керування доступом до середовища, методів керування та системами когнітивного радіо. На основі отриманих результатів обґрунтовано напрям досліджень та здійснено постановку завдань досліджень. У даному розділі вирішено перше завдання дослідження – виконати дослідження рівня керування доступом до середовища, методів керування системами когнітивного радіо.

У **другому розділі** удосконалено метод керування середовищем когнітивного радіо, було здійснено впровадження когнітивних функцій в її архітектуру. Також запропоновано алгоритм керування середовищем WRAN, реалізованого під керуванням нейронної мережі, який зображено на рис. 1.

У **третьому розділі** розроблено метод множинного виявлення мобільних користувачів на основі оптимізації рою частинок в когнітивній радіомережі. Було розглянуто архітектуру множинного виявлення мобільних користувачів на основі оптимізації рою частинок. Також було розроблено узагальнений алгоритм множинного виявлення мобільних користувачів на основі оптимізації рою частинок к використанням згорткової нейронної мережі

У четвертому розділі розроблено метод вибору каналів когнітивного радіо при множинному доступі первинних та вторинних користувачів з використанням технології “ENERGY HARVESTING”. Були розглянуті сумісний аналіз спектру, критерій вибору каналу. На основі критеріїв вибору каналу був побудований вибір режиму передачі вторинних користувачів з використанням технології «ENERGY HARVESTING»

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

Запропоновані алгоритми та методи є досить схожими з реальними процесами, які відбуваються у телекомунікаційних мережах. Отримані теоретичні результати достатньо схожі з результатами експериментальних досліджень. Основні наукові результати впроваджені на підприємствах та використовуються у науково-дослідницьких роботах Національної академії Національної Гвардії України. Ці результати свідчать про достатній ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, що наведені в дисертаційній роботі.

Достовірність і новизна

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, отриманих у дисертації, обумовлені такими міркуваннями:

– математичний апарат, що було використано в дисертаційних дослідженнях, застосовано на достатньому для вирішення наукових задач рівні суворості та коректності;

– нові наукові результати узагальнюючого характеру, отримані в дисертації, при відповідних спрощеннях та припущеннях можуть бути зведені до добре відомих, багатократно перевірених теоретично та експериментально часткових результатів, одержаних раніше іншими авторами;

Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій виходить із того, що в роботі:

1. Удосконалено метод керування середовищем когнітивного радіо за рахунок розширення мережі, який відрізняється від існуючих введенням когнітивних функцій до системи керування середовищем безпроводових регіональних мереж доступу, реалізованого під керуванням нейронної мережі, що дозволяє підвищити ефективність функціонування інтелектуальних телекомунікаційних мереж.

2. Вперше розроблено метод множинного виявлення мобільних користувачів на основі оптимізації статистичного розподілу елементів в когнітивній радіомережі, який дозволяє, на відміну від існуючих, підвищити ефективність виявлення мобільних користувачів інтелектуальних телекомунікаційних мереж.

3. Вперше розроблено метод вибору каналів когнітивного радіо при множинному доступі первинних та вторинних користувачів, який дозволяє, на відміну від існуючих, впровадити технологію «ENERGY HARVESTING» («Накопичення енергії») під керуванням нейронної мережі. Це дозволяє зменшити ймовірність помилок при передачі інформації вторинними користувачами та реалізувати процедуру вибору каналу для великої кількості вторинних користувачів на основі конкуруючого набору.

Практичне значення отриманих результатів досліджень полягає у створенні програмних засобів, які реалізують методи:

– керування середовищем когнітивного радіо з використанням нейронної мережі, що дозволив забезпечити адаптацію до змін навколишнього середовища і збільшення швидкості передачі даних в 1,67 рази;

– множинного виявлення мобільних користувачів на основі оптимізації рою частинок (статичного розподілу елементів) в когнітивній радіомережі, що покращив виявлення мобільних користувачів інтелектуальних телекомунікаційних мереж від 10 до 35 % в залежності від кількості базових локацій.

– вибору каналу когнітивного радіо при множинному доступі первинних та вторинних користувачів, що дозволяє зменшити ймовірність помилок при виявленні вільних каналів і зменшити помилки при передачі вторинних користувачів в залежності від кількості зайнятих каналів;

Отримані в роботі результати знайшли практичне впровадження та використання:

– У ТОВ “АРТІКС ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ” при розробці рекомендацій з організації та впровадження елементів системи радіозв’язку на основі стандарту IEEE 802.22.2.

– В Національній академії Національної Гвардії України при здійсненні професійної, науково-технічної та дослідницько-інноваційної діяльності щодо впровадження удосконаленого методу керування середовищем когнітивної радіосистеми з використанням нейронних мереж.

Необхідно відмітити такі зауваження по роботі:

1. У всіх наведених методах використовуються штучно згенеровані сигнали мобільних користувачів. В роботі не здійснювалось експериментів із дослідженнями реального сигналу.

2. В дисертаційній роботі декларується множинне виявлення мобільних користувачів на основі рою частинок. Рій частинок є одним з найпізніших еволюційних алгоритмів. З дисертаційної роботи неясно, який вплив будуть мати, наприклад алгоритми оцінювання імовірнісних розподілів або диференціальної еволюції на множинне виявлення мобільних користувачів.

3. Найбільш розповсюдженою моделлю каналу зв’язку є канал з адитивним білим гаусівським шумом, М-ічна передача даних, вплив структурних завад тощо. Але питання завад та показників якості сигналів, не знайшли достатньо глибокого розгляду та оцінки в дисертаційній роботі

Висновок

Незважаючи на зауваження, дисертаційна робота Обіхода Я.Я. є одноосібно виконаною завершеною науковою роботою на актуальну тему. Вона містить нове рішення задачі керування інтелектуальних телекомунікаційних мереж шляхом розробки методів множинного виявлення мобільних користувачів на основі оптимізації рою частинок в когнітивній радіомережі та вибору каналів когнітивного радіо при множинному доступі первинних та вторинних користувачів, що дозволяє підвищити відмовостійкість, збільшити пропускну спроможність системи, зменшити вартість розгортання та обслуговування мережі.

Автор роботи глибоко проник в суть задачі, що вирішується, виявив добру обізнаність в предметі дослідження, коректно та за призначенням застосував математичний апарат. Основні наукові положення дисертації досить повно та об'єктивно викладені в авторефераті та публікаціях.

Дисертація відповідає спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

За своїм змістом та науковим рівнем дисертаційна робота задовольняє вимогам МОН України до робіт, що висувуються на здобуття наукового ступеня кандидата наук (згідно Порядку присудження наукових ступенів), а автор, Обіход Ярослав Якович – присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення

Центральноукраїнського національного технічного університету,

доктор технічних наук, професор


О. А. Смірнов

Підпис професора Смірнова О.А. засвідчую:

Проректор з наукової роботи

Центральноукраїнського національного технічного університету,

доктор економічних наук, професор


О.М. Левченко

“ 19 ” листопада 2019 року

