

Вченому секретарю спеціалізованої  
вченої ради Д 64.820.01  
61050, м. Харків, пл. Фейєрбаха, 7

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента**

**доктора технічних наук, професора Климаша Михайла Миколайовича**  
**на дисертаційну роботу Обіхода Ярослава Яковича на тему**  
**«Методи керування інтелектуальних телекомунікаційних мереж»,**  
**представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук**  
**за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі**

**1. Актуальність теми дисертаційної роботи.**

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.

В останні роки розгортається безліч однотипних WRANs (Wireless Regional Area Networks – безпровідові локальні мережі) в межах невеликої територіальної близькості. Різні WRANs в певній галузі можуть бути розгорнуті різними провайдерами. В такому динамічно зростаючому середовищі з'являється велика кількість проблем, пов'язаних з безпекою, співіснуванням, топологією мережі та ін. Всі провайдери повинні узгоджувати свої дії між собою для того, щоб користувачі мали змогу спільно використовувати одні і ті ж ресурси в різних WRANs.

Технологія когнітивного радіо дозволяє неліцензованим користувачам використовувати вільний спектр в той момент, коли він не використовується



ліцензованими користувачами. Тому спектральний аналіз повинен проводитися до того, як неліцензованим користувачам отримають доступ до частотного ресурсу.

Таким чином, тема дисертаційної роботи Обіхода Я.Я. є актуальню, оскільки спрямована на розв'язання важливої науково-прикладної проблеми підвищення відмовостійкості та ефективності функціонування, що виникають у процесі керування у телекомуникаційних системах та мережах.

## **2. Загальна характеристика дисертаційної роботи.**

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та додатків. Повний обсяг дисертації складає 182 сторінки, з них 112 сторінок основного тексту, 50 рисунків, 5 таблиці, список використаних джерел з 105 найменувань та 5 додатків.

У першому розділі було 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 першому розділі вирішено перше завдання дослідження.

У другому розділі в межах сформульованої проблеми дослідження отримано науковий результат, який полягає в удосконалені методу керування середовищем когнітивного радіо, а саме було здійснено впровадження когнітивних функцій в її архітектуру. Також запропоновано алгоритм керування середовищем WRAN, реалізованого під керуванням нейронної мережі.

У третьому розділі в рамках розв'язання завдань дисертаційного дослідження отримано науковий результат, пов'язаний з розробкою метод множинного виявлення мобільних користувачів на основі оптимізації рою частинок в когнітивній радіомережі.

У четвертому розділі було отримано науковий результат, а саме розроблено метод вибору каналів когнітивного радіо при множинному доступі первинних та вторинних користувачів з використанням технології “ENERGY HARVESTING”.

### **3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі.**

Обґрунтованість основних положень дисертаційної роботи визначається аргументованою постановкою мети та завдань досліджень, точним визначенням об'єкту та предмету дослідження, що вказує на системний підхід автора до пошуку шляхів розв'язання сформульованої науково-прикладної проблеми. Постановка і формалізація завдань досліджень виконана з урахуванням вичерпного набору чинників, що впливають на коректність наукових та практичних результатів, отриманих у дисертаційній роботі. Проведені дослідження є досить глибокими та достатньою мірою розкривають проблематику керування в інформаційних телекомунікаційних системах. Основні положення дисертаційної роботи є науково обґрунтованими та засновані на методах та фундаментальних аспектах теорії завадостійкого кодування, теорії графів, теорії оптимізації, теорії математичного програмування. Обґрунтованість висновків та рекомендацій, представлених у дисертаційній роботі, обумовлена коректним формулюванням оптимізаційних задач, що, з математичної точки зору, представляють проблеми керування в інформаційних телекомунікаційних мережах. Для підтвердження обґрунтованості наукових результатів і висновків, а також отримання відповідних практичних результатів автором використано методи теорії алгоритмів, теорії ймовірності та методи математичного моделювання, математичного аналізу та синтезу. Отримані у дисертаційній роботі результати не суперечать фундаментальним положенням теорії телекомунікацій та теорії інформації.

### **4. Достовірність і новизна результатів дисертаційної роботи.**

Підтвердженням достовірності отриманих у роботі наукових результатів являється їх збіжність з числовими даними, одержаними у ході значної кількості експериментальних дослідень із використанням запропонованих методів керування інформаційними телекомунікаційними системами та порівнянням їх ефективності з існуючими методами. Для підтвердження достовірності

сформульованих висновків автором проведений детальний аналіз відомих результатів та наукових досягнень у обраній предметній області.

Новизна отриманих результатів полягає у підвищенні ефективності функціонування інтелектуальних телекомунікаційних мереж та збільшенні енергетичної ефективності, а також дозволяє підвищити ефективність виявлення мобільних користувачів інтелектуальних телекомунікаційних мереж.

Найбільш цінними з точки зору новизни є такі наукові результати.

*Вперше отримано:*

- метод множинного виявлення мобільних користувачів на основі оптимізації рою частинок в когнітивній радіомережі, який дозволяє, на відміну від існуючих, підвищити ефективність виявлення мобільних користувачів інтелектуальних телекомунікаційних мереж;
- метод вибору каналів когнітивного радіо при множинному доступі первинних та вторинних користувачів, який дозволяє, на відміну від існуючих, впровадити технології «ENERGY HARVESTING» під керуванням нейронної мережі, що дозволяє зменшити ймовірність помилок при передачі інформації вторинними користувачами та реалізувати процедуру вибору каналу для великої кількості вторинних користувачів на основі конкуруючого набору;

*Удосконалено:*

- метод керування середовищем когнітивного радіо за рахунок розширення мережі, який відрізняється від існуючих введенням когнітивних функцій до системи керування середовищем WRAN, реалізованого під керуванням нейронної мережі, що дозволяє підвищити ефективність функціонування інтелектуальних телекомунікаційних мереж;

На основі запропонованих методів керування інтелектуальних телекомунікаційних мереж автором розроблено алгоритми та псевдокоди, що лежать в основі їх програмної реалізації. З використанням розроблених алгоритмів та псевдокодів було досліджено ефективність запропонованих методів для певних моделей. Як наслідок, автором було отримано ряд практичних

результатів щодо особливостей застосування цих методів при керуванні телекомунікаційних систем та мереж різного призначення.

## **5. Повнота викладу наукових результатів дисертаційної роботи у опублікованих працях.**

Основні наукові результати, що отримані у дисертаційній роботі, в належній мірі опубліковано у 12 наукових працях, зокрема – у 6 наукових статтях у наукових фахових виданнях України та виданнях, що входять до наукометричних баз.

Основні результати досліджень доповідались і були схвалені на 6-ох науково-практичних та науково-технічних конференціях різних рівнів. Також, результати дисертаційної роботи використані при виконанні професійної, науково-технічної та науково-інноваційної діяльності в Національній академії Національної Гвардії України.

## **6. Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам.**

Дисертаційна робота написана грамотною науково-технічною мовою, матеріал викладено послідовно, структуровано та логічно. Структура та застосовані правила оформлення дисертації відповідають вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» від 12.01.2017 р. та пунктам 9, 10, 12–14 постанови Кабінету Міністрів України № 567 «Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів» від 24.07.2013 р (зі змінами та доповненнями). Зміст роботи та отримані результати відповідають паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Зміст автореферату, в частині основних положень і результатів, зроблених висновків та запропонованих рекомендацій достатньою мірою відображає зміст дисертації.

Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

## **7. Зауваження до дисертаційної роботи.**

За результатами аналізу дисертаційної роботи можна виділити такі недоліки.

1. У четвертому розділі дисертаційної роботи автором запропоновано метод вибору каналів когнітивного радіо при множинному доступі первинних та вторинних користувачів з використанням технології “ENERGY HARVESTING”. та досліджено їх ефективність. За результатами моделювання зроблено висновок, що представлений метод керування забезпечує значний енергетичний вигравш для обраної моделі каналу зв’язку. Однак, на жаль, автор не здійснив порівняльний аналіз з іншими моделями каналу зв’язку, що дозволило би більш повно дослідити ефективність запропонованого методу.

2. У дисертаційній роботі детально розглянуто питання програмної реалізації запропонованого методу множинного виявлення мобільних користувачів на основі оптимізації рою частинок в когнітивній радіомережі. На жаль, в роботі не наведені практичні рекомендації та обмеження щодо апаратної реалізації представлених методів.

3. Для запропонованих у роботі методів бажано було б чітко визначити межі можливого використання в інтелектуальних телекомунікаційних системах.

Слід зазначити, що вказані недоліки не знижують загального позитивного враження від дисертаційної роботи.

## **8. Висновки.**

Дисертаційна робота Обіхода Ярослава Яковича на тему: «Методи керування інтелектуальних телекомунікаційних мереж» є завершеним дослідженням, в якому отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності розв’язують актуальну науково-прикладну проблему, яка полягає у підвищенні ефективності функціонування в інтелектуальних телекомунікаційних системах і мережах.

Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

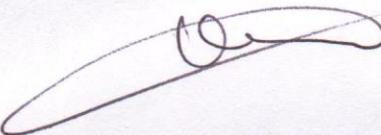
Автореферат об'єктивно та з достатньою повнотою відображає зміст і основні положення дисертаційної роботи.

Результати дисертаційної роботи належним чином апробовані на конференціях та опубліковані у наукових періодичних виданнях (відповідно до положень чинного наказу №1112 МОН України від 17.10.2012, зокрема п. 2.1).

Розглянута дисертаційна робота відповідає пунктам 9, 10, 12–14 Порядку присудження наукових ступенів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. (зі змінами та доповненнями), а її автор – Обіход Ярослав Якович – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри телекомунікацій  
Національного університету  
«Львівська політехніка»,  
доктор технічних наук, професор



M. M. Климаш

Підпис професора Климаша М. М. засвідчує,

Вчений секретар  
Національного університету  
«Львівська політехніка»



Р. Б. Брилинський

