

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента на дисертаційну роботу**  
**Омельянець Олександри Олександрівни**  
**на тему «Вплив технологічних параметрів на експлуатаційні**  
**характеристики електронної безпроводової системи передавання даних»,**  
**представлену на здобуття ступеня доктора філософії**  
**в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації**  
**за спеціальністю 171 Електроніка**

**Актуальність теми дисертації.**

Необхідність задоволення потреб сучасного суспільства в забезпеченні більшості користувачів інформацією в будь-який час з будь-якої частини будинку, офісу або в громадських місцях без підключення пристроїв до маршрутизаторів через дроти призводить до широкого розповсюдження мереж доступу Wi-Fi.

В свою чергу відсутність суттєвих переваг побутових користувачів мереж Wi-Fi, які створені за новим стандартом IEEE 802.11ax, внаслідок неможливості збільшити зони покриття сигналу або швидкість передачі даних (як це відбулося при попередньому переході з стандарту IEEE 802.11n) змушує продовжувати дослідження питань підвищення якості обслуговування клієнтів в мережах, що створені за стандартом IEEE 802.11ac.

Разом з тим, для ефективного проектування, розгортання і експлуатації таких мереж повинен бути максимально повно враховані особливості усіх радіотехнічних пристроїв, які є складовими елементами електронної безпроводової системи передачі даних.

Тому дисертаційне дослідження Омельянець Олександри Олександрівни, яке присвячене поглибленому вивченню впливу технологічних параметрів на експлуатаційні характеристики електронної безпроводової системи передавання даних за специфікацією 802.11ac є важливим та актуальним.

**Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в тому, що здобувачкою:

- удосконалено метод дослідження експлуатаційних характеристик безпроводових мереж, який, на відміну від відомих, ґрунтується на концепції віртуального конкурентного вікна для визначення показників якості передавання мультимедійного трафіка в змішаних мережах з пріоритизацією;



- удосконалено метод оцінювання впливу технологічних параметрів на граничні експлуатаційні характеристики електронної безпроводової системи передавання даних за стандартом IEEE 802.11 ас в режимі конкурентного доступу;

- вперше обгрунтовано оцінки ефективності технологічних рішень, застосованих для підвищення пропускної здатності безпроводової електронної системи передавання даних за стандартом IEEE 802.11 ас за умов обмеженого енергетичного ресурсу;

- отримала подальший розвиток теорія функціонування безпроводової мережі передавання даних з конкурентним доступом в режимі пріоритезації трафіку.

Обгрунтованість одержаних наукових положень, результатів та висновків підтверджується багатостороннім системним аналізом факторів, які впливають на функціонування радіоканалу мереж, що побудовані за стандартом IEEE 802.11 ас, та процесів, що в них протікають під час передачі даних, а також коректною постановкою завдань та ретельним опрацюванням отриманих результатів досліджень. Авторка добре розуміє специфіку вирішення науково-прикладних задач, коректно визначає систему припущень і обмежень, за яких проводилися дисертаційні дослідження, та використовує сучасні підходи та методи математичного аналізу й синтезу складних систем, які є цілком адекватними поставленим завданням.

Достовірність отриманих результатів підтверджується результатами аналітичних доведень через математичні перетворення та суттєвою збіжністю результатів теоретичних розрахунків характеристик безпроводового каналу електронної системи передачі даних з експериментальними даними, які було отримано за допомогою застосунку OpenWrt.

Таким чином, поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання було виконано повністю, що свідчить про повне оволодіння Омелянець О.О. методологією наукової діяльності.

**Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота Омелянець О.О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 – Електроніка галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску авторки дисертації у науковий напрям «Електромагнітна сумісність та енергозабезпечення мультимедійної апаратури».



Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Омелянець Олександри Олександрівни є результатом її самостійних досліджень 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. Результати проведення теоретичних та практичних досліджень викладені цілісно, доступно до розуміння та логічно структуровано. У поданні результатів дослідження використано загальноприйнятний науковий стиль та термінологію. Мова та стиль викладення матеріалів досліджень, наукових положень та висновків свідчать про вміння автора аргументовано формулювати свої думки, що забезпечує доступність їх сприйняття.

Робота достатньо проілюстрована графіками та рисунками, що суттєво сприяють усвідомленню викладеного матеріалу. Отримані підсумкові результати дисертаційного дослідження повністю співпадають з метою та частковими завданнями дослідження, які сформульовано у вступі.

У цілому дисертаційна робота сприймається як завершена наукова праця, що характеризується єдністю змісту та містить нові наукові результати.

Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури та двох додатків. Загальний обсяг дисертації складає 162 сторінки.

Змістовне наповнення підрозділів роботи відповідає змісту визначених розділів, які мають єдність та завершеність.

У вступі дисертаційної роботи обґрунтовано доцільність і актуальність обраного напрямку досліджень, проаналізовано особливості передачі даних в мережах стандарту IEEE 802.11ac та визначено мету, об'єкт, предмет дослідження, а також обрано доцільні методи його проведення.

У першому розділі розглянуто структуру електронної системи передавання даних і особливості її апаратної реалізації, наведено результати огляду досліджень експлуатаційних характеристик мереж IEEE 802.11ac, оприлюднених в науково-технічних інформаційних джерелах, та визначені часткові завдання дослідження, послідовне виконання яких дозволить досягти мети дисертаційної роботи.

У другому розділі дисертаційної роботи із застосуванням методу віртуального конкурентного вікна здійснено оцінку експлуатаційних характеристик мереж IEEE 802.11ac залежно від застосованого режиму функціонування. Визначені закономірності зміни пропускної здатності безпроводових каналів мережі в залежності від кількості активних станцій



мережі, збільшення ширини частотної смуги каналу та застосування агрегованих кадрів для передачі насиченого трафіку. Зроблено висновок про необхідність врахування структури потоку даних і структури з'єднання при обчисленні пропускної здатності безпроводової мережі, обраховані її реальні значення при агрегуванні пакетів мережного рівня та встановлені причини неможливості досягнення на практиці максимальних розрахункових значень пропускної здатності каналів.

Проведені в третьому розділі дисертаційної роботи дослідження розмірів зон обслуговування точок доступу безпроводової мережі дозволили встановити їх залежність від застосованого в мережі режиму модуляції й кодування та ширини частотної смуги радіоканалу.

У четвертому розділі роботи досліджено особливості передачі голосового трафіку в мережах IEEE 802.11ac зі змішаним навантаженням. З урахування особливостей генерування голосового трафіку та практичного обслуговування клієнтів в мережах IEEE 802.11ac обґрунтовано можливість організації великої кількості голосових з'єднань абонентів через одну точку доступу. Доведено, що в мережах із змішаним трафіком і його пріоритизацією кадри голосового трафіку можуть бути гарантовано передані (навіть за умови великої кількості активних станцій з таким трафіком) завдяки скороченому конкурентному вікну.

У п'ятому розділі наведено результати експериментальних досліджень пропускної здатності безпроводового каналу IEEE 802.11ac в реальних умовах. Визначено, що при передаванні насиченого трафіку точки доступу здійснюють агрегування файлів, максимальна величина яких визначається налаштуваннями виробника. Під час експериментів отримано оцінки впливу неузгодженості антен абонентської станції і точки доступу, а також вплив умов багатопроменевого розповсюдження на рівень сигналу на вході абонентської станції. Наведені результати практичних вимірювань, які не мають суттєвої розбіжності з математичними розрахунками та підтверджують результати теоретичних досліджень.

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 восьми наукових публікаціях здобувача, серед яких чотири статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України.

Також результати дисертації були апробовані на чотирьох наукових фахових конференціях.

Особистий внесок авторки до публікацій у співавторстві є вагомий. Принципів академічної доброчесності у жодній з публікацій не порушено.



Усі публікації здобувачки мають високий науковий рівень та з необхідною повнотою розкривають наукову новизну отриманих результатів досліджень.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи**

Водночас, необхідно зазначити, що деякі положення дисертаційної роботи мають дискусійний характер, містять недоліки чи потребують додаткового обґрунтування. Зокрема:

1. Визначення об'єктом дослідження "безпроводових електронних систем передавання даних" виглядає дещо сумнівним. Більш коректним вважається визначати об'єктом дослідження передачу даних в мережах стандарту IEEE 802.11ac, як процес, що створює досліджувану авторкою проблемну ситуацію.

2. Перший розділ роботи виглядає переобтяженим загальновідомою інформацією про змістовну частину стандарту IEEE 802.11ac, що ускладнює розуміння того, на дослідженні яких експлуатаційних характеристик електронної безпроводової системи буде зосереджена увага. Тому вважалося б доцільним відразу навести повну систему припущень та обмежень, за яких проводилося дослідження, крім сформульованої "обмеженої випромінюваної потужності точки доступу".

3. В другому розділі дослідженні пропускної здатності розглянуто передавання кадрів з великим навантаженням і не розглянуті режими з передаванням кадрів з малим і середнім навантаженням.

4. При дослідженні характеристик зони обслуговування в третьому розділі не розглянуті питання, пов'язані з впливом позасмугового випромінювання мереж з суміжними частотними смугами і впливом перешкод різного типу на експлуатаційні характеристики.

5. В четвертому розділі дослідження технології VoIP обмежене параметрами тільки одного кодека G.711 і не розглянуті сценарії в яких використані більш сучасні кодеки з кращими параметрами.

6. В тексті дисертаційної роботи присутня певна кількість орфографічних та стилістичних помилок.

Разом з тим, вважаю, що зазначені зауваження мають в основному рекомендаційний характер, не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### **Висновок про дисертаційну роботу**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувачки ступеня доктора філософії Омелянець Олександри Олександрівни на тему «Вплив технологічних



параметрів на експлуатаційні характеристики електронної безпроводової системи передавання даних» 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 галузі знань Електроніка та телекомунікації. 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.

Здобувачка Омелянець Олександра Олександрівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 –Електроніка.

**Офіційний опонент:**

завідувач кафедри телекомунікаційних систем та мереж  
Державного університету  
інформаційно-комунікаційних  
технологій  
доктор технічних наук, професор

Віктор ЗАЙКА

*Підпис доктора технічних наук, професора Зайки В.Ф. засвідчую.*

Учений секретар  
Державного університету  
інформаційно-комунікаційних  
технологій  
кандидат філологічних наук, доцент



Галина СНЧЕВА