

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІЙ
ІНЖЕНЕРІЇ**

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ
(зимовий форум)**

Одеса, Україна, 14 листопада 2025 р.

**Одеса
2025**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
INTERNATIONAL UNIVERSITY**

**International Conference “Advanced Technology in
Information and Communication Engineering”
(ATICE’2025)**

Odesa, Ukraine, November 14, 2025

**Conference Proceedings
(winter forum)**

**Odesa
2025**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Міжнародна конференція «Передові технології
в інформаційно-комунікаційній інженерії»
(ПТІКІ'2025)**

Одеса, Україна, 14 листопада 2025 р.

**Матеріали конференції
(зимовий форум)**

**Одеса
2025**

International Conference “Advanced Technology in Information and Communication Engineering” (ATICE'2025): Conference Proceedings (winter forum). Odesa : International university, 2025, 101 p.

DOI:

Міжнародна конференція «Передові технології в інформаційно-комунікаційній інженерії» (ATICE'2025): Матеріали конференції (зимовий форум). Одеса : Міжнародний університет, 2025, 101 с.

Збірка містить праці Міжнародної конференції з інформаційних систем, технологій захисту інформації, використання сучасних інформаційних технологій в управлінні системами за різними галузями народного господарства.

Матеріали публікуються в авторській редакції.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова

КІВАЛОВ С.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

Співголови

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

Члени організаційного комітету

БЕРКМАН Л.Н. – д.т.н., проф., Державний університет телекомунікацій, м.Київ, Україна.

КЛИМАШ М.М. – д.т.н., проф., Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів, Україна.

ЛЕМЕШКО А. В. – д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна.

РОЗЕНВАССЕР Д.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

РИХЛІК А. – к.т.н., Лодзький технічний університет, м.Лодзь, Польща

СЕМЕНКО А.І. – д.т.н., проф., Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

СІМЕНС Е. – д.т.н., проф., Анхальтський університет прикладних наук, м.Кетен, Німеччина.

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СУНДУЧКОВ К.С. – д.т.н., проф., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна.

РЕДАКЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

РОЗЕНВАССЕР Д.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

КОМІТЕТ МІЖНАРОДНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

ГЛОБА Л. С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
ГРИГОР'ЄВА Т.І. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

ТЕХНІЧНО-ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.
ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

СЕКЦІЇ

СЕКЦІЯ 1. ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.
ГРИГОР'ЄВА Т.І. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 2. КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

МИРОШНИК М.А. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
РУСУ О.П. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 3. КІБЕРБЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ

ЛУНТОВСЬКИЙ А.О. – д.т.н., проф., Державна академія Саксонії «Беруфсакадемія», м. Дрезден, Німеччина.
ЙОНА Л.Г. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, Одеса, Україна.
МАНЬКО Д.Г. – д.ю.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.
ЛЕМЕШКО А.В. – д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна.
ПЕДЯШ В.В. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 5. ІНФОРМАТИКА ТА ПРОГРАМУВАННЯ В ОСВІТІ

КУЧАЙ О.В. - д.п.н., проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України.
ЖИГУЛІН О.А. – д.е.н., проф., Міжнародний університет, Одеса, Україна
ГОРБАЧОВ В.Е. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

Ковальчук Д.А. Соціальна інженерія як складова гібридних кібероперацій: сучасні тенденції та виклики безпеки.....	72
Григор'єва Т.І., Мельник В.В. Аналіз методів оптимізації безпеки баз даних.....	75

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА

Стрелковська І.В., Золотухін Р.В., Стрелковська Ю.О. Методика прогнозування кількості абонентів автоматизованої системи управління в низькошвидкісних радіомережах зв'язку..	79
Гінжол В.М., Русу О.П. Шляхи оптимізації масогабаритних показників перетворювачів електричної енергії телекомунікаційного обладнання	83
Грищенко А.О., Педяш В.В. Автоматизоване конфігурування мереж із використанням відкритих програмних засобів	85
Вакарчук А.О., Прядка С.А. Вплив інтерференції на роботу бездротових мереж у щільних міських середовищах	90
Вакарчук А.О., Димов М.В. Дослідження інтелектуальних антенних решіток для адаптивного управління променем у мобільних мережах 5G/6G	93
Вакарчук А.О., Рушчін В.С. Створення системи “Розумний паркінг” з використанням датчиків руху та WI- FI/LORAWAN	95

СЕКЦІЯ 5. ІНФОРМАТИКА ТА ПРОГРАМУВАННЯ В ОСВІТІ

Бельдюгіна С.С. Адаптивне навчання в курсі інформатики та програмування.....	98
--	----

Вакарчук Анна Олександрівна
Міжнародний університет
sunny120606@gmail.com
Прядка Станіслав Андрійович
Міжнародний університет
stanislav.priadka65@gmail.com

ВПЛИВ ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ НА РОБОТУ БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ У ЩІЛЬНИХ МІСЬКИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Анотація. *Управління завадами стало критичною проблемою в щільних бездротових мережах через збільшення кількості підключених пристроїв та обмежену доступність радіочастотного спектру. У даній доповіді розглядаються передові методи управління інтерференцією в щільних бездротових мережах з акцентом на поліпшення пропускну здатності мережі, якості сигналу та загальної продуктивності.*

Повсюдна наявність і поширення бездротових пристроїв, особливо в густонаселених міських районах, створили складне і перевантажене радіочастотне середовище, в якому інтерференція стала серйозною проблемою для надійного, стабільного і високоякісного бездротового зв'язку. Впровадження передових технологій зв'язку, таких як 5G, посилює проблему інтерференції у густонаселених міських районах. Інтерференція може значно погіршити продуктивність мережі, що призведе до зниження швидкості передачі даних, збільшення затримки і погіршення якості обслуговування користувачів. Ефективне тестування інтерференції має вирішальне значення для виявлення та вирішення цих проблем з метою забезпечення надійної та ефективної роботи мережі.

Проблеми бездротових комунікаційних мереж у районах із щільною міською забудовою

Густонаселені міські середовища ставлять перед бездротовими комунікаційними мережами низку особливих проблем. Ось деякі з основних проблем:

1. Висока щільність пристроїв. Велика кількість бездротових пристроїв у міських районах може призвести до значних завад і перевантажень. Кожен пристрій конкурує за обмежені ресурси спектру, що призводить до інтерференції в одному каналі та сусідніх каналах. Ці завади можуть погіршити продуктивність мережі, зменшити пропускну здатність і збільшити затримку [2].

2. Фізичні завади. Міські середовища заповнені будівлями, транспортними засобами та іншими спорудами, які можуть заважати проходженню бездротових сигналів або відбивати їх, що призводить до ослаблення сигналу, багатопроменевого згасання та проблем із покриттям [3].

3. Повторне використання частот. Необхідність повторного використання частотних діапазонів у густонаселених районах може призвести до завад у межах одного каналу, коли сусідні пристрої, що працюють на одному каналі, створюють завади один одному. Повторне використання частот є необхідністю в густонаселених міських районах для найбільш ефективного використання обмеженого спектру.

4. Зовнішня інтерференція. Немережеві пристрої, такі як мікрохвильові печі, бездротові камери та інші електронні пристрої, можуть випромінювати сигнали, які створюють завади для бездротових комунікаційних мереж у міських умовах.

5. Мобільність та динамічні середовища. Динамічний характер міського середовища, з транспортними засобами та людьми, що постійно рухаються, ускладнює управління

мережею та зменшення завад. Зміни у фізичному середовищі можуть змінити схеми поширення та створити нові джерела завад.

6. Потреба у високій пропускну здатності. У міських районах часто спостерігається високий попит на пропускну здатність мережі через поширення додатків, що вимагають великого обсягу даних, таких як потокове відео, онлайн-ігри та пристрої Інтернету речей. Задоволення цього попиту при одночасному зменшенні завад є значним викликом.

7. Питання безпеки та конфіденційності. Висока щільність пристроїв та відкритий характер бездротового зв'язку роблять міські мережі вразливими до загроз безпеки, таких як прослуховування, несанкціонований доступ та атаки типу «відмова в обслуговуванні».

Вплив інтерференції на мережі 802.11

Бездротовий зв'язок – це спільне середовище, невидиме для ока. Зазвичай ми дізнаємося про проблеми з продуктивністю WLAN від кінцевих користувачів та під час тестування. Дві причини поганої продуктивності Wi-Fi – це інтерференція в одному каналі (CCI) та інтерференція в сусідньому каналі (ACI). Добре продумана конструкція WLAN може допомогти зменшити кількість CCI/ACI, що застосовуються під час впровадження. Інструменти візуалізації, такі як програмне забезпечення для обстеження місця, допомагають інженеру відобразити обидва ефекти. Після впровадження обстеження для перевірки гарантують, що бездротова мережа працює відповідно до проекту. Це включає перевірку кількості CCI/ACI.

Інтерференція в одному каналі виникає, коли кілька передавачів працюють на одній частоті в одній і тій же області. У таких умовах станції дотримуються протоколу CSMA/CA, передаючи дані тільки тоді, коли носій не зайнятий. Зі збільшенням конкуренції, що часто трапляється в районах з високою щільністю населення, станції зазнають затримок, чекаючи, поки інші закінчать передачу, і оновлюють свої таймери за допомогою вектора розподілу мережі (NAV).

Інтерференція сусідніх каналів виникає, коли передачі на каналах, що перекриваються або на сусідніх каналах, спричиняють витік сигналу, додаючи шум і спотворення. ACI зазвичай є більш шкідливою, ніж CCI, оскільки канали, що перекриваються, можуть спотворювати сигнали або спричинити помилкові оцінки чистоти каналу (CCA). Коли це відбувається, станції без необхідності відкладають зв'язок, що призводить до погіршення продуктивності мережі [2].

Техніки та стратегії управління інтерференцією в щільних бездротових мережах

Для вирішення проблем, пов'язаних з завадами в умовах щільного бездротового середовища, було розроблено та впроваджено низку технічних рішень і стратегій. Ці підходи спрямовані на зменшення впливу завад, оптимізацію продуктивності мережі та забезпечення надійного бездротового з'єднання. До основних технічних рішень з управління завадами належать:

1. Розподіл і планування каналів:
 - динамічний або статичний розподіл каналів мінімізує завади в одному каналі;
 - повторне використання частот у різних областях і використання неперекриваючих (ортогональних) каналів допомагає запобігти завадам у сусідніх каналах;
2. Регулювання потужності:
 - адаптивне регулювання потужності: регулює потужність передачі на основі відстані та рівня завад;
 - оптимізація потужності: збалансовує силу сигналу та завади для підвищення ефективності [4].
3. Формування променя та MIMO:

- формування променю (Beamforming) – це технологія, що направляє сигнали у певний напрямок, зменшуючи завади в інших місцях та підвищуючи ефективність систем МІМО;
- МІМО: використовує кілька антен для одночасних потоків даних, покращуючи пропускну здатність та стійкість до завад [6].

4. Сучасні технології усунення інтерференції дозволяють відфільтрувати небажані сигнали та поліпшити якість зв'язку:

- алгоритми SIC дозволяють відокремити та усунути інтерференційні сигнали, покращуючи якість бажаного сигналу;
- Технології адаптивного фільтрування динамічно пристосовуються до мінливих моделей інтерференції, забезпечуючи усунення інтерференції у режимі реального часу.

5. Когнітивне радіо та динамічний доступ до спектру дозволяє пристроям виявляти перевантаження та динамічно перемикатися на менш завантажені частоти для кращого використання спектру.

6. Ущільнення мережі та малі комірки:

- розгортання малих комірок може допомогти поліпшити просторове повторне використання спектру, зменшивши інтерференцію між комірками;
- техніки управління інтерференцією між малими комірками та макрокомірками мають вирішальне значення для ефективного розгортання щільних мереж малих комірок.

7. Просторове повторне використання:

- інноваційні методи підвищення ефективності використання спектру за допомогою просторового повторного використання, такі як вдосконалені методи планування та розподілу ресурсів, можуть допомогти зменшити завади в щільних бездротових мережах [4].

Висновок

В даному дослідженні ми розглянули критичну проблему впливу інтерференції на роботу щільних бездротових мереж. Вивчивши різні типи завад, основні методи та стратегії їх усунення, а також нові технології, які можуть революціонізувати управління інтерференцією, ми отримали цінну інформацію для вирішення цього складного питання.

Література.

1. Interference Testing in Dense Urban Environments: A Research Paper: <https://www.ijirmps.org/papers/2024/2/232222.pdf>
2. Reducing Wi-Fi Channel Interference: <https://www.networkcomputing.com/wi-fi/reducing-wifi-channel-interference>
3. Measurement of Attenuation by Building Structures in Cellular Network Bands: https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/287592036/mat_attenuation_VBN.pdf
4. High Reuse Efficiency of Radio Resources in Urban Microcellular Systems: https://www.researchgate.net/publication/3154548_High_Reuse_Efficiency_of_Radio_Resources_in_Urban_Microcellular_Systems
5. Interference Management in Dense Wireless Networks: https://www.researchgate.net/publication/384635499_Interference_Management_in_Dense_Wireless_Networks
6. Дослідження методів обробки сигналів у МІМО системах: <https://tit.dut.edu.ua/index.php/telecommunication/article/view/2592/2468>