

Додаток А  
(Рекомендований)

КОПІЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

# Аналіз впливу дощу на дальність мікрохвильового зв'язку на частоті 92-95 ГГц

- Виконав Базоокий І.М.
- Керівник доктор філософії  
Мерзлікін А.О.

## ВСТУП

За останні роки спостерігається стрімке розвиток бездротових мереж, особливо у контексті мобільного зв'язку та інтернету речей (IoT). Швидкість передачі даних у таких мережах є одним із ключових показників їхньої ефективності. Частотний діапазон 92-95 ГГц відомий своєю високою пропускну здатністю, що робить його перспективним для використання у майбутніх мережах

Метою дослідження є аналіз впливу атмосферних умов на дальність мікрохвильового зв'язку на частоті 92-95 ГГц та розробка методів для покращення стійкості зв'язку в умовах несприятливого клімату.

Об'єктом дослідження є мікрохвильовий зв'язок на частоті 92-95 ГГц у різних атмосферних умовах. Предметом дослідження є вплив атмосферних умов, зокрема дощу, туману та вологості повітря, на дальність та якість мікрохвильового зв'язку.

## ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ



Мережева модель середовища IoT з підтримкою 5G

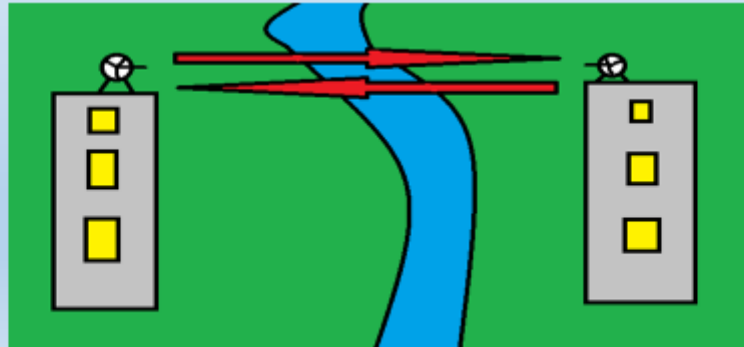
## ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

Частотний діапазон 90-92 ГГц використовується у бездротових комунікаційних системах для проведення високошвидкісних передач даних, особливо у високочастотних мікрохвильових системах. Такі частоти використовуються у важливих додатках, наприклад, у військовому зв'язку, медичних технологіях (наприклад, для безпроводної передачі медичних зображень), наукових дослідженнях та в інших сферах, де потрібна велика пропускна спроможність та висока швидкість передачі даних. Також цей діапазон може застосовуватися у радіолокаційних системах та безпроводних мережах місцевого зв'язку.

## Прольоти точка-точка у міліметровому діапазоні

Прольоти точка-точка (Point-to-Point, PtP) у міліметровому діапазоні є однією з ключових технологій, що використовується для безпроводового зв'язку на великі відстані з високою пропускнуною здатністю.

Прольоти точка-точка у міліметровому діапазоні відрізняються від інших бездротових технологій, таких як Wi-Fi або Bluetooth, більшою пропускнуною здатністю та більшою дальністю зв'язку. Це досягається завдяки використанню великої ширини смуги та високочастотних хвиль у міліметровому діапазоні.



## Прольоти точка-точка у міліметровому діапазоні

Однак, варто відзначити, що прольоти точка-точка у міліметровому діапазоні мають свої обмеження і виклики. Одним з основних викликів є обмежена проникність сигналу через перешкоди. Сигнал у цьому діапазоні може бути блокований будь-якими перешкодами, такими як стіни будівель або рослинність, що може вплинути на якість зв'язку.

Прольоти точка-точка у міліметровому діапазоні вимагають високоякісних антенних систем з високою направленістю та точністю встановлення. Це може підвищити вартість впровадження технологій та зробити їх менш доступними для рядових користувачів.

## Проведення дослідження інтенсивності дощу у весняні місяці

Дослідження провадились протягом трьох весняних місяців за допомогою Gravity: Вимірювач кількості опадів - I2C & UART



## Отримані результати показали наступну інтенсивність дощу

Дата та час	Інтенсивність дощу
2024/3/14 8:31:20	0.28
2024/3/14 9:0:23	0.56
2024/3/14 9:19:25	0.84
2024/3/14 9:32:27	1.12
2024/3/14 10:1:30	1.40
2024/3/14 18:40:33	1.68
2024/3/14 19:6:36	1.96
2024/3/14 19:9:36	2.24
2024/3/14 19:46:41	2.51
2024/3/14 20:55:49	2.79
2024/3/15 2:9:27	3.07
2024/3/20 15:54:0	3.35

## Розрахунок погонного ослаблення

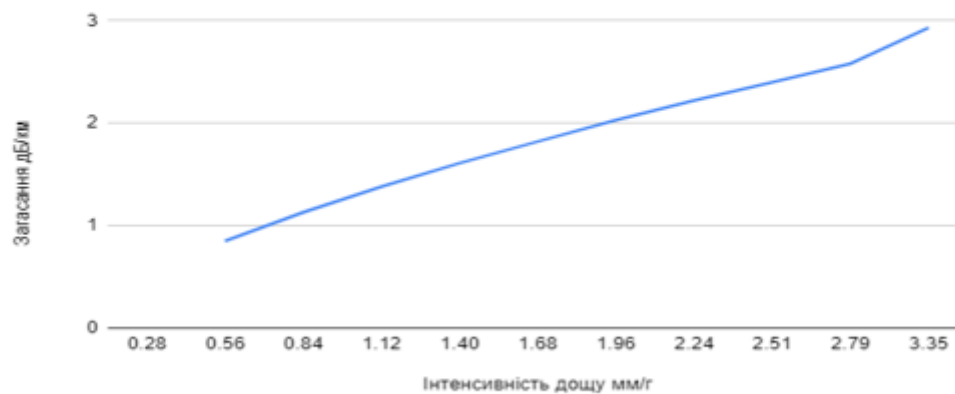
Для розрахунку погонного ослаблення використовуємо формулу

$$\gamma_R = kR^a$$

Інтенсивність дощу мм/г	Загасання дБ/км
0.28	0.53
0.56	0,85
0.84	1,13
1.12	1,38
1.40	1,61
1.68	1,82
1.96	2,03
2.24	2,22
2.51	2,4
2.79	2,58
3.35	2,93

## Вплив опадів на діапазон хвиль 90 ГГц (Березень)

Загасання дБ/км относительно параметра "Інтенсивність дощу мм/г" Березень



## Вплив опадів на діапазон хвиль 90 ГГц (Квітень)



## Вплив опадів на діапазон хвиль 90 ГГц (Травень)



## Висновки

Як видно з розрахунків та графіків найбільша інтенсивність дощів була у травні, при побудові радіолінії завжди потрібно орієнтуватися на найгірші місяці року і виходячи з розрахунків підбирати правильне обладнання для стабільної роботи радіолінії.

- Для побудови лінії на 5 км з втратами сигналу 7,16 дБ на кожен кілометр оптимально використовувати наступні значення:
- Початкова потужність сигналу ( $P_0$ ): Прийнято, що початкова потужність сигналу для такої лінії становить близько 30 дБм.
- Загальні втрати сигналу:  $7,16 \text{ дБ/км} * 5 \text{ км} = 35,8 \text{ дБ}$ .
- Кінцева потужність сигналу ( $P_k$ ):  $P_k = P_0 - 35,8 \text{ дБ} = 30 \text{ дБм} - 35,8 \text{ дБ} = -5,8 \text{ дБм}$ .
- Отже, оптимальною буде початкова потужність сигналу 30 дБм і загальні втрати сигналу 35,8 дБ на 5 км лінії з використанням втрат сигналу 7,16 дБ на кожен кілометр.

Додаток Б  
(Обов'язковий)

ВІДОМОСТІ АТЕСТАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ

