

Додаток А

ПРЕЗЕНТАЦІЯ

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
МАГІСТЕРСЬКА АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА
на тему:

Дослідження і оцінка роботи каналу зв'язку міліметрового діапазону

Виконав ст.гр. РПСКм-18-1
Керівник:

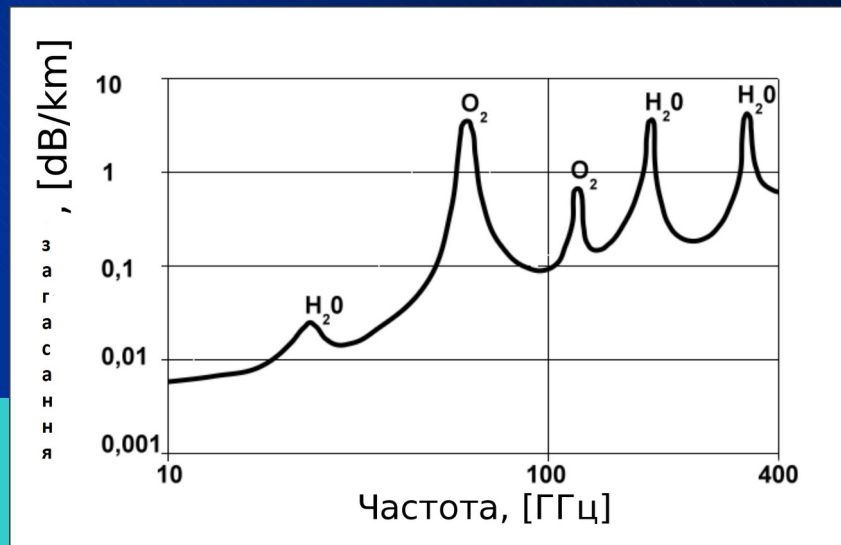
Базоокий О.М.
Руженцев М.В.

Харків 2019

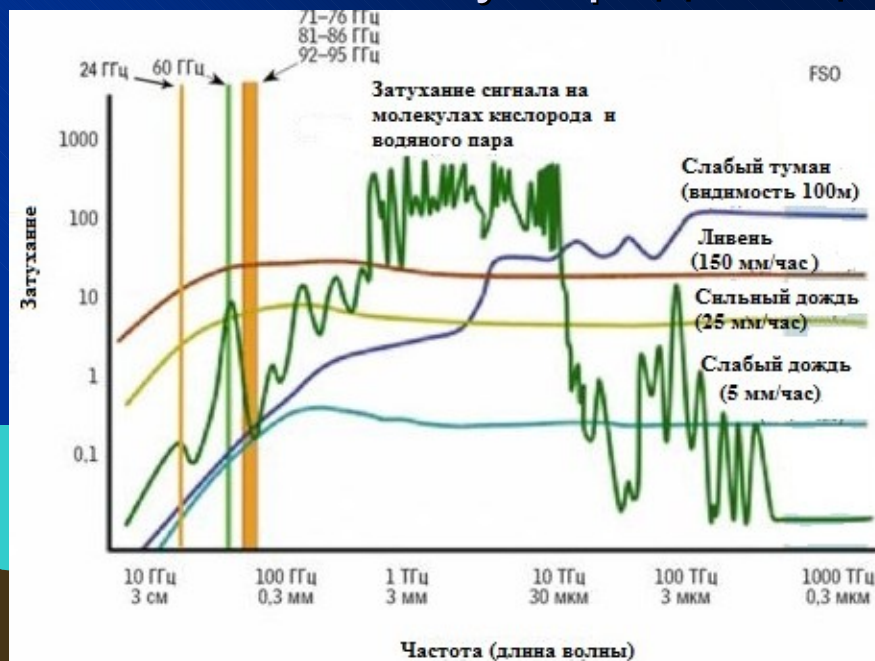
Міліметрові хвилі

- Діапазон радіохвиль з довжиною хвилі від 10 мм до 1 мм, що відповідає частоті від 30 ГГц до 300 ГГц
- Перевагою діапазону міліметрових хвиль є малі розміри антен та велика швидкість передачі
- Недолік міліметрового діапазону це сильне загасання при поширенні в земній атмосфері

Графік залежності загасання в атмосфері від частоти



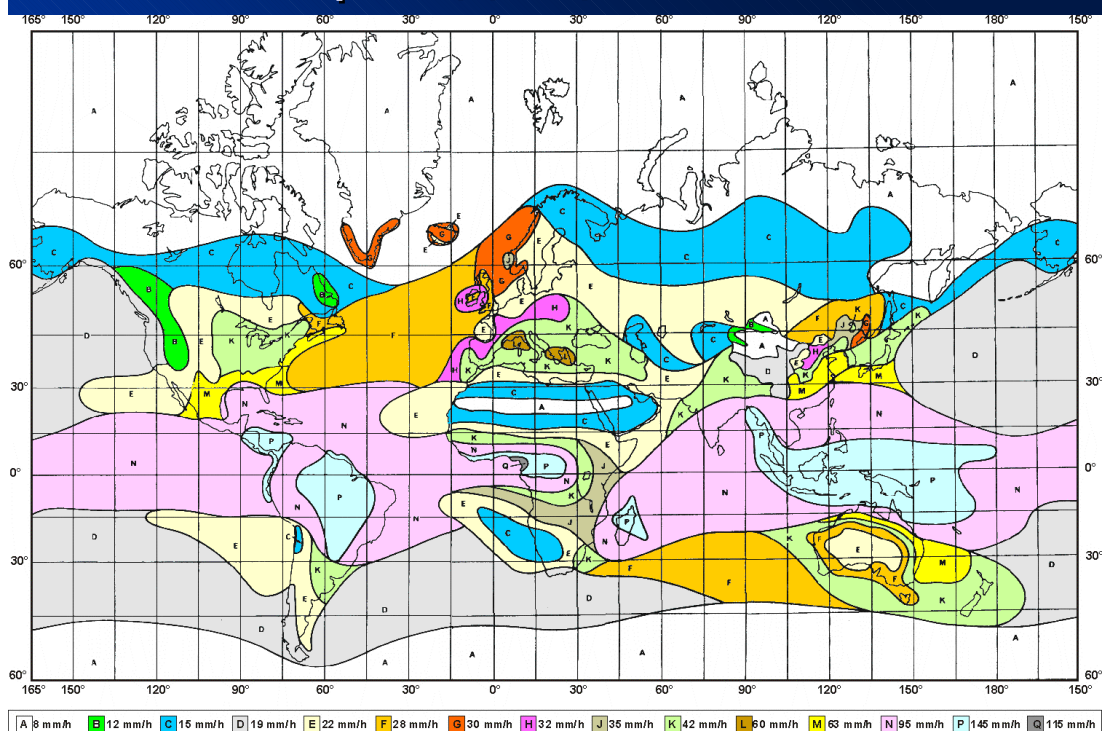
Загасання сигналу в навколишньому середовищі



Вплив опадів на канали зв'язку міліметрового діапазону

- На поширення радіохвиль міліметрового діапазону великий вплив здійснюють опади. У таких опадах як сніг, дощ, туман радіохвилі міліметрового діапазону мають дуже велике розсіювання, це призводить до погіршення умов електромагнітної сумісності ліній зв'язку між собою і з іншими радіоелектронними системами.

Карта дощових зон



. Розташування України в трьох кліматичних зонах



rain rate (mm/h) для Зони Е

- p% 0.001 – 70 mm/h
- p% 0.01 – 22 mm/h
- p% 0.1 – 6 mm/h
- p% 1 – 0.6 mm/h

Основа методу прогнозування ослаблення в дощі

- Процедура прогнозування ослаблення, була отримана з аналізу одночасного вимірювання інтенсивності дощу і поширення

$$A_{0,01} = \gamma_R \cdot d \cdot \frac{1}{1 + d/d_0},$$

- γ_R : удільне ослаблення,
- d : довжина траси,
- d_0 : еквівалентна довжина дощової ячейки.

Ефективна довжина траси

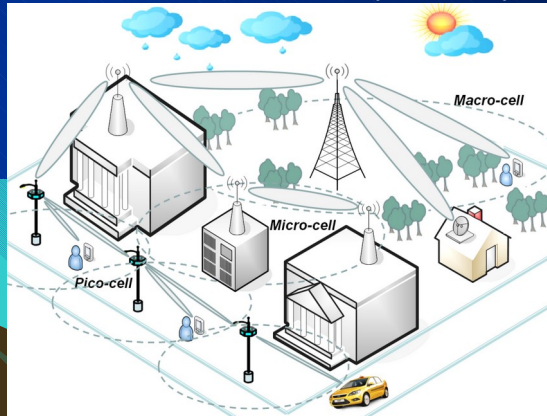
- Ефективною довжиною траси в наземних лініях зв'язку є довжина гіпотетичної траси, отриманої з даних поширення радіохвиль шляхом ділення загального ослаблення
- Коефіцієнт ослаблення траси визначається як:

$$r = \frac{1}{1 + d/d_0}.$$

Сценарії розгортання мережі в умовах міста

- Неліцензований діапазон 60 ГГц, з великим загасанням сигналу в атмосфері, дає можливість повторно використовувати виділені для провайдера частотні канали

Розповсюдження радіохвиль в умовах забудови

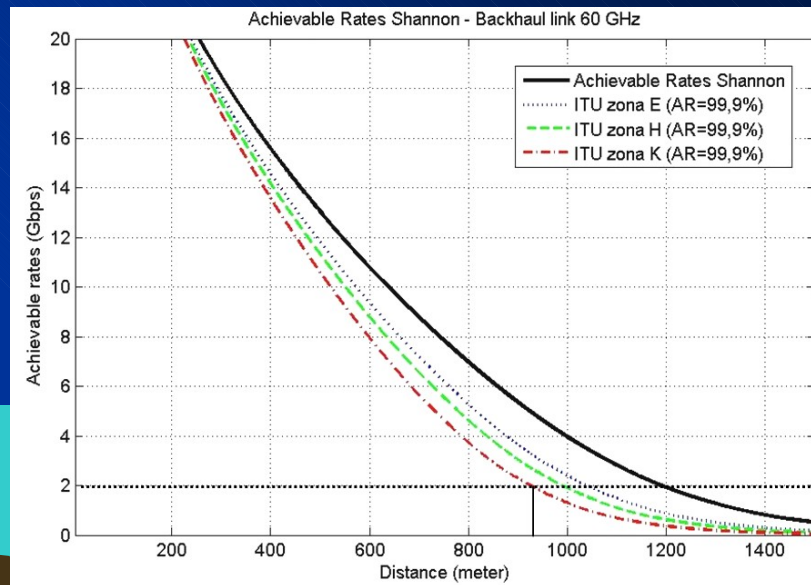


Граничну пропускну здатність каналу зв'язку в залежності від відстані d_{TX-RX} між передавачем і приймачем, смуги пропускання і співвідношення сигнал / шум, можна оцінити виходячи з формули К.Шеннона [20]:

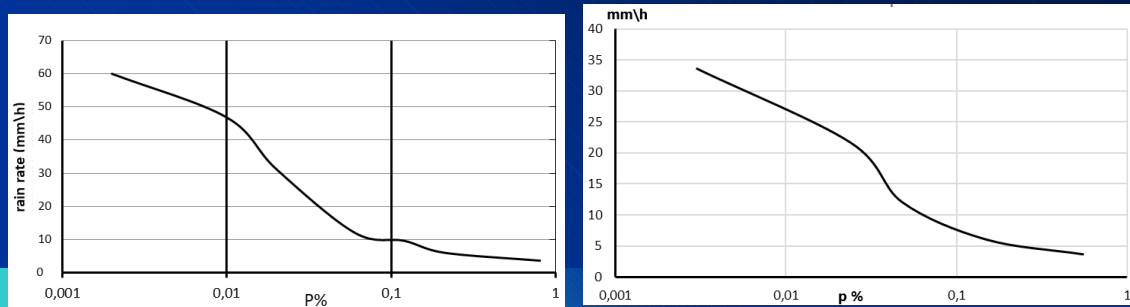
$$C(d) = BW_{60GHz} \cdot \log_2 \left(1 + \frac{P_w^{RX}(d)}{N_w} \right) \quad [\text{бит/сек}] \quad (2.22)$$

де: BW - ширина смуги пропускання в Гц для діапазону 60ГГц ($BW = 2.16 \cdot 10^9$ Гц); $P_w^{RX}(d)$ - потужність сигналу на вході приймача в Вт на відстані d від передавача ($P_w^{RX}(d) = 10^{(P_w^{TX}(d)/10)}$); N_w - потужність шуму у Вт. $N_w = 10^{(N_w/10)}$

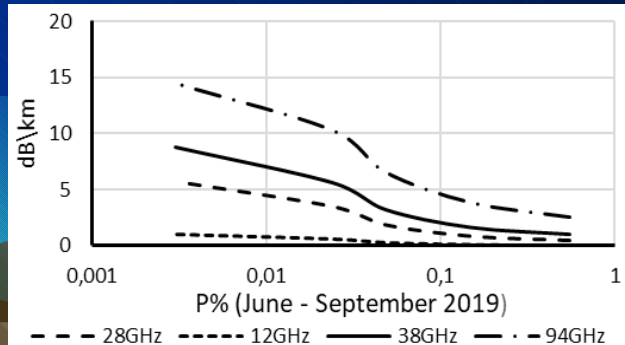
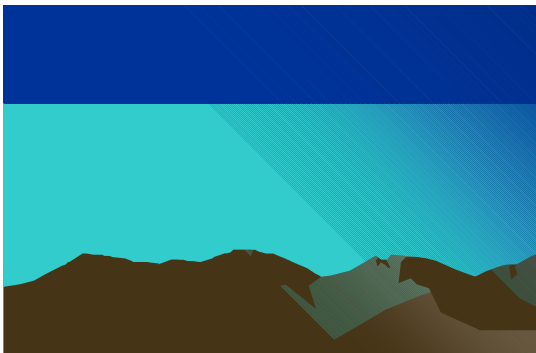
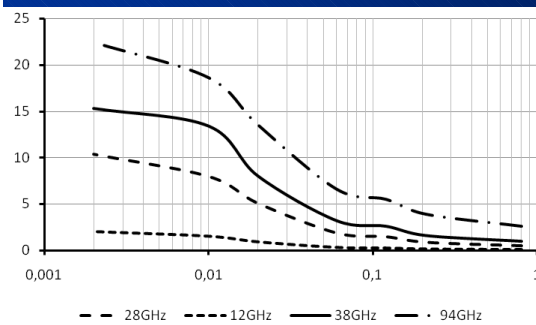
Залежність граничної швидкості передачі інформації від довжини радіоканалу в режимі «точка-точка» (Backhaul link) 60 ГГц для трьох кліматичних зон України



Кумулятивний розподіл інтенсивності дощу за 4-місячний період (червень-вересень) зліва: 2018 (а) та справа: 2019 (б) Харків (50 Н, 36 Е), Україна.



Сукупний розподіл питомого загасання атмосфери за 4-місячний період зліва 2018 та справа 2019 (червень-вересень)



Висновки

- Представлені дані дворічних спостережень інтенсивності дощу
- Звертає на себе увагу той факт, що при проектуванні комунікацій повинні враховуватися умови протягом місяців, коли ймовірність і тривалість відключень максимальні.
- Дані, представлені в даному дослідженні, і наведені вище висновки можуть бути корисні для формування загальної стратегії підвищення надійності і побудови інфраструктури перспективних мереж зв'язку.

Додаток Б

ВІДОМІСТЬ АТЕСТАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ

