

## **Додаток А**

### **ПРЕЗЕНТАЦІЯ**

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

## Оцінка впливу погодних умов на пропускну здатність і стабільність роботи радіомосту 60 ГГц.

Виконав ст.гр. РПСКм-18-1  
Керівник:

Ярмак Г.В.  
Руженцев М.В.

Харків 2019

## Міліметровий діапазон

Дослідження нових стандартів зв'язку зокрема міліметрового діапазону хвиль становить інтерес для всього світу і в тому числі для України.

Для високої пропускну здатності в нових поколіннях зв'язку, пропонується використовувати mmWave які забезпечать високошвидкісну комунікацію між абонентами їх додатками та іншими пристроями, такі як телебачення високої чіткості (HDTV) і відео надвисокої чіткості (UHDV), а так само нових технологій типу розумний будинок і т.д .

## Міліметровий діапазон

Загалом, одна з найважливіших особливостей міліметрових хвиль є велике відзеркалення, заломлення і згасання в вільному просторі. Дані властивості дозволяють використовувати одну частоту, повторно на коротку відстань, що призводить як до збільшення завадозахищеності так і до збільшення швидкості передачі в каналах зв'язку.

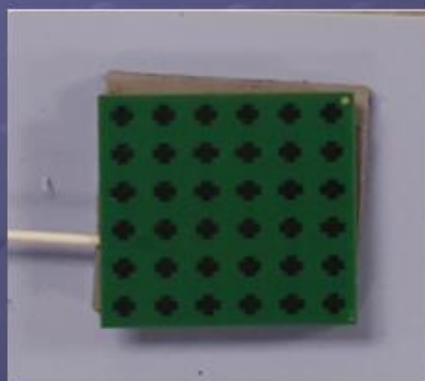
## ПЕРЕВАГИ ТЕХНОЛОГІЇ IEEE 802.11AD

Технологія передачі в діапазоні 60 ГГц є досить новою концепцією безпроводового зв'язку. Деякі особливості цієї технології викликали великий інтерес в галузі телекомунікацій та промислових мережах. Основною перевагою цієї високочастотної технології полягає в забезпеченні високої швидкості передачі даних та вирішення завдань зв'язку на невеликій відстані, таких як передача даних і незжатих аудіо- та відеосигналів. На відстані до 100 метрів можлива швидкість передачі даних понад 1 Гбіт/с.

## Відмінність стандарту 802.11ac від 802.11ad

Крім того, високі втрати при поширенні сигналу забезпечують більший коефіцієнт повторного використання частот. Крім цього, радіохвилі міліметрового діапазону дозволяють використовувати дуже компактні радіоприймачі з безліччю антен, що підтримують технології формування променя і керування променем, що підвищує пропускну здатність каналу, а також забезпечує підтримку зв'язку поза прямій видимості (NLOS).

## Радіомодем MikroTik

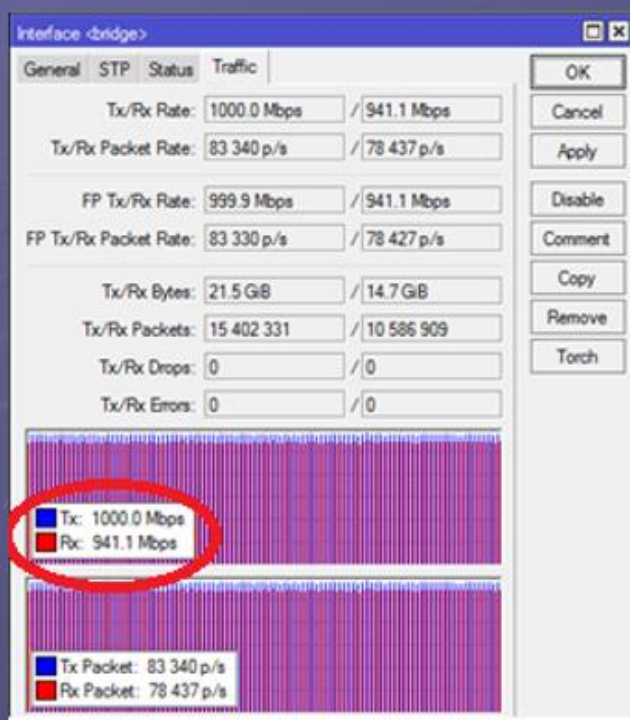


## Радіомодем MikroTik

В основі Wireless Wire 60G лежить потужний 4-ядерний процесор Qualcomm IPQ-4019. Цей пристрій забезпечує високошвидкісне з'єднання до 200 метрів. Так як радіохвилі міліметрового діапазону мають велику сприйнятливість до затухаюння в просторі, з цієї причини виробник рекомендує використовувати пристрій на відстані, що не перевищує 100 м. Робоча температура навколишнього середовища від -40 до +70 ° C. Живлення на вході 12-57 В. Максимальне енергоспоживання 5Вт.

Максимальна швидкість яку можна отримати за допомогою даного пристрою досягає позначки в 1 Гбіт в повнодуплексному режимі. Можна отримати одночасно по 950 Мбіт на прийом і передачу, сумарно 1900Мбіт, 1900Мбіт, що можна порівняти з використанням оптоволокна або витій пари.

## Гігабітний трафік



## Рівень сигналу та тип модуляції

W60G Quick Set

Wireless

Mode: ☒ master ☐ slave

Frequency: auto

SSID: MikroTik-eee2e

Password: \*\*\*\*\*

MAC Address: 30:07:4D:87:89:08

Connected To: 30:07:4D:80:60:AC

Frequency: 60480 MHz

Configuration

Address Acquisition: ☒ Static ☐ Automatic

IP Address: 192.168.88.2

Netmask: 255.0.0.0 (/8)

Gateway:

DNS Servers:

System

Router Identity: MikroTik

Check For Updates Reset Configuration

Password...

Signal: 80

MCS: 8

active

## ГЕНЕРАЦІЯ ТРАФИКА

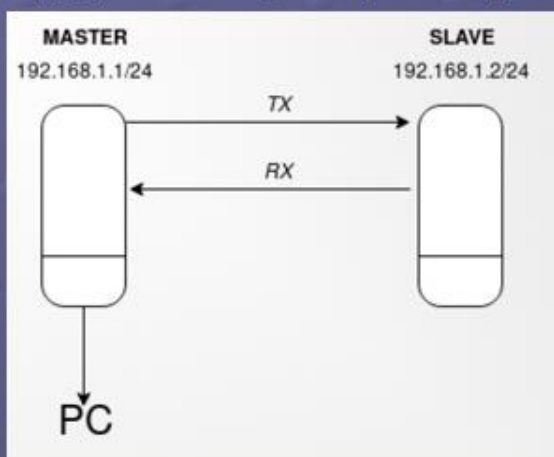
Генератор трафіку - одна з найбільш важливих утиліт для визначення характеристик якості каналу, вбудована в RouterOS. Цей інструмент дозволяє проводити тестування продуктивності без витрат на дороге устаткування. Трафік генерується одним пристроєм в мережі. Ви генеруєте і відправляєте RAW-пакети по конкретним портам, він буде збирати значення затримки (latency) і пульсацій (jitter), швидкості tx / rx, підраховувати втрачені пакети і виявляти пакети Out-of-Order.

## Етапи генерації трафіка:

- Настройка генератора трафіка ;
- Traffic Generator Config `/tool traffic-generator packet-template`
- Add `ip-dst=192.168.1.1 ip-gateway=192.168.1.2 ip-src=192.168.1.10 name=test1 udp-dst-port=100-300`
- `/tool traffic-generator stream`
- Add `mbps=1000 name=stream1 packet-size=1500 tx-template=test1`
- Старт генерації ;
- To start Traffic Generator run: `/tool traffic-generator start`
- Остановка генерації ;
- To stop: `/tool traffic-generator stop`
- Запуск генерації трафіка при заданих значеннях ;
- To run temporary traffic Generator with extra arguments: `/tool traffic-generator quick mbps=300 packet-size=256 duration=100`

## ГЕНЕРАЦІЯ ТРАФІКА

Генератор трафіку може бути використаний, як інструмент перевірки пропускної здатності. Утиліта генерує пакети, які будуть перенаправлені назад в генератор пакетів для збору додаткових параметрів стану каналу.



Модель  
безпроводного  
каналу зв'язку

Фото експериментальної лінії зв'язку діапазону 60 ГГц  
на основі радіомодемів MikroTik Wireless Wire



## Результати експерименту

W60G Quick Set

Mode: ☒ master ☐ slave

Frequency: auto

SSID: MikroTik-eee2e

Password: \*\*\*\*\*

MAC Address: 30:07:4D:87:89:08

Connected To: 30:07:4D:80:60:AC

Frequency: 60480 MHz

Signal: 40

MCS: 4

active

Configuration

Address Acquisition: ☒ Static ☐ Automatic

IP Address: 0.0.0.0

Netmask: 255.0.0.0 (/8)

Gateway:

DNS Servers:

System

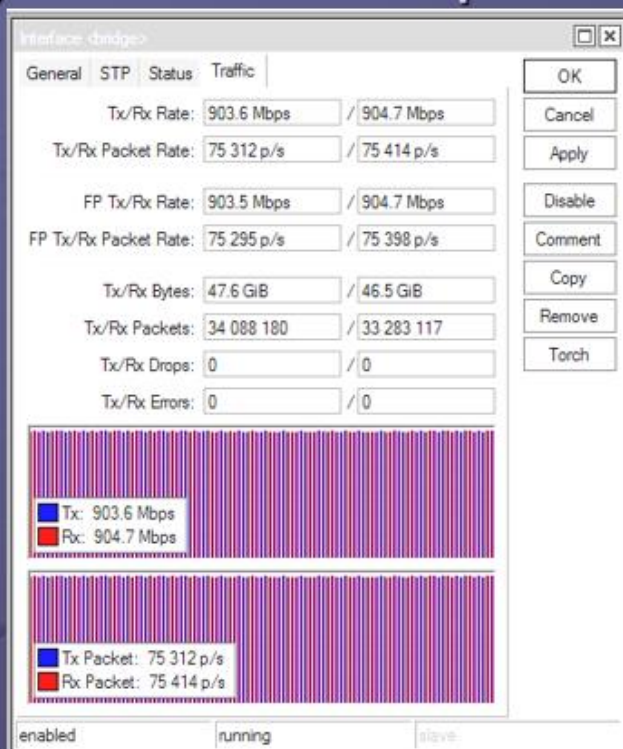
Router Identity: MikroTik

Check For Updates Reset Configuration

Password...

OK Cancel Apply

## Результати експеременту



## Висновки

Стандарт 802.11ad дуже перспективний в певних галузях де потрібні високі швидкості передачі даних і високі показники захисту інформації. Передбачається що в недалекому майбутньому даний стандарт займе свою нішу в системах зв'язку.

## **Додаток Б**

### **ВІДОМІСТЬ АТЕСТАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ**

[illegible]