



Магістерська кваліфікаційна робота на тему:
«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ
МІМО В СТАНДАРТІ 802.11ac»

Виконала: студентка 2 курсу,
групи ТСМ-16м

Письменна А.В

Керівник: к.т.н., доц. каф. ТКСТБ

Михалевський Д.В

Організація системи MIMO

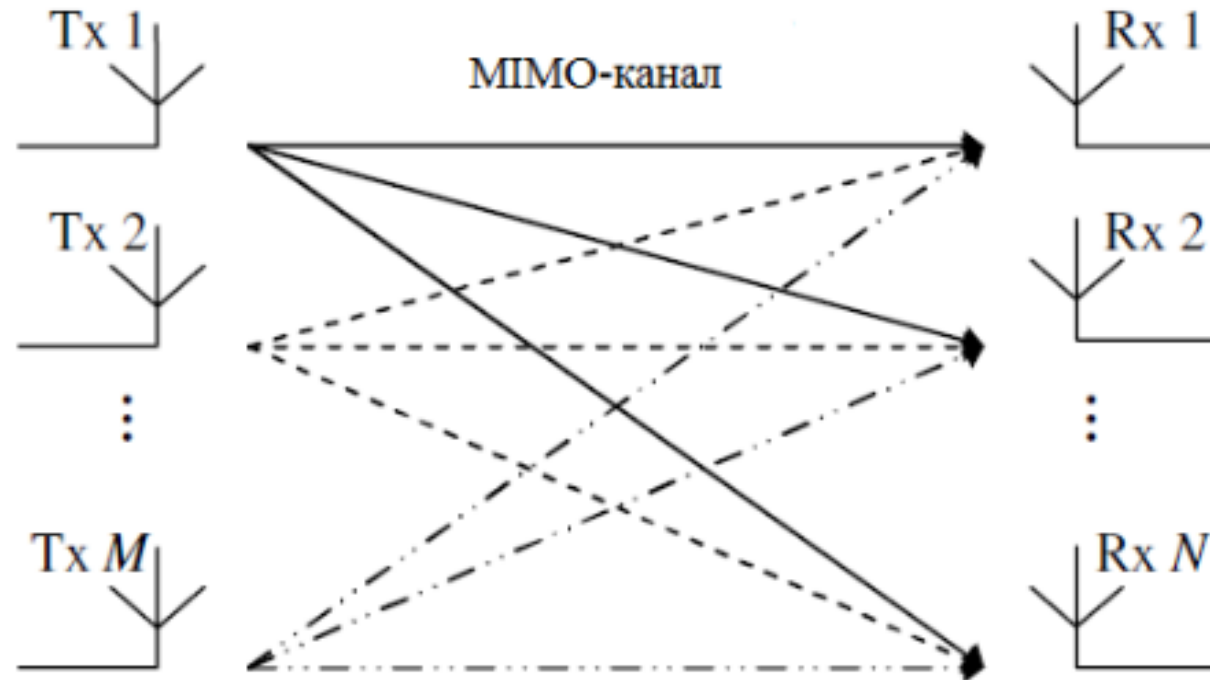


Рисунок 1– Принцип організації передачі сигналу системи MIMO з M передавальними антенами і з N приймальними антенами

Основні параметри стандарту 802.11ac

Таблиця 1 – Основні параметри IEEE 802.11ac

Найменування параметра	IEEE 802.11ac
Діапазон частот	5 150 – 5 350 МГц, 5 470 – 6 425 МГц
Метод доступу до середовища	Множинний доступ з кодовим розділенням каналів
Кількість потоків MIMO, не менше	Базова станція – 2; Абонентська станція – 1.
Кількість потоків MIMO, не більше	8
Метод розширення спектра	OFDM
Ширина каналу	20 МГц, 40МГц., 80 МГц, 80+80 МГц, 160 МГц Можлива підтримка ширини каналу 160 МГц і 80+80 МГц (опціонально для абонентської станції)
Види модуляції	BPSK,QPSK,16-QAM,256-QAM
Кількість схем модуляції і кодування MCS	10 (0...9) Можлива підтримка схем 8 і 9 (опціонально для абонентської станції)
Швидкості кодування	1/2, 2/3, 3/4, 5/6
Максимальна швидкість	6,76 Гбіт/с

Схема роботи SU-MIMO і MU-MIMO

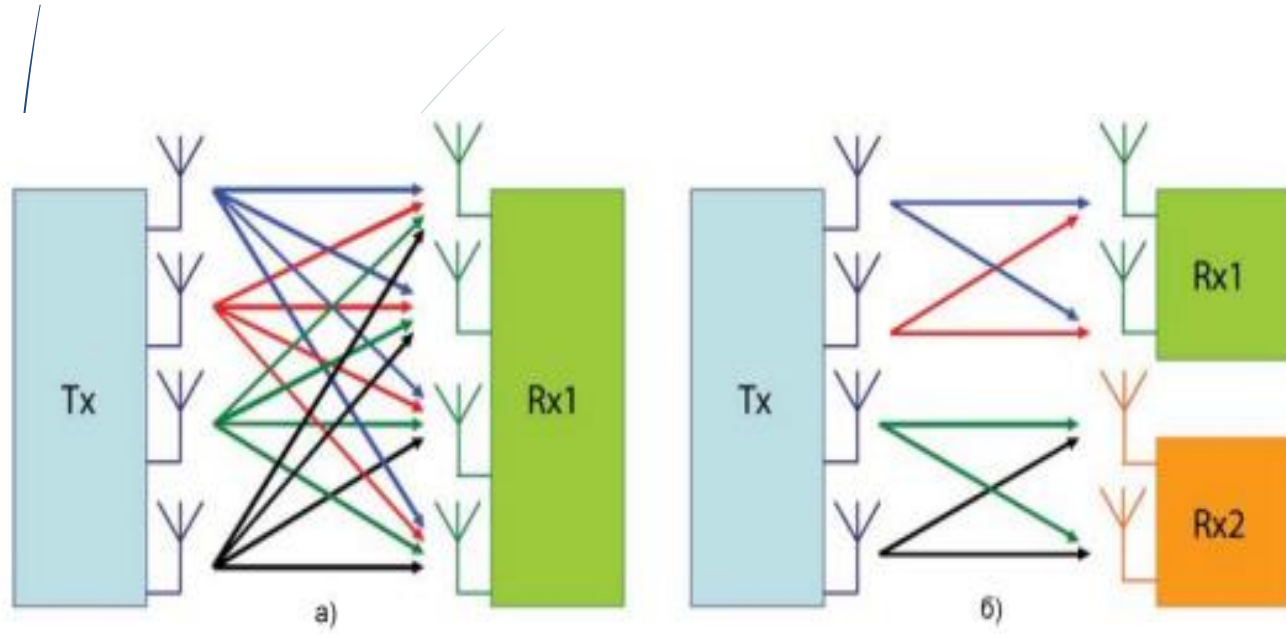


Рисунок 2 – Режими SU- і MU-MIMO

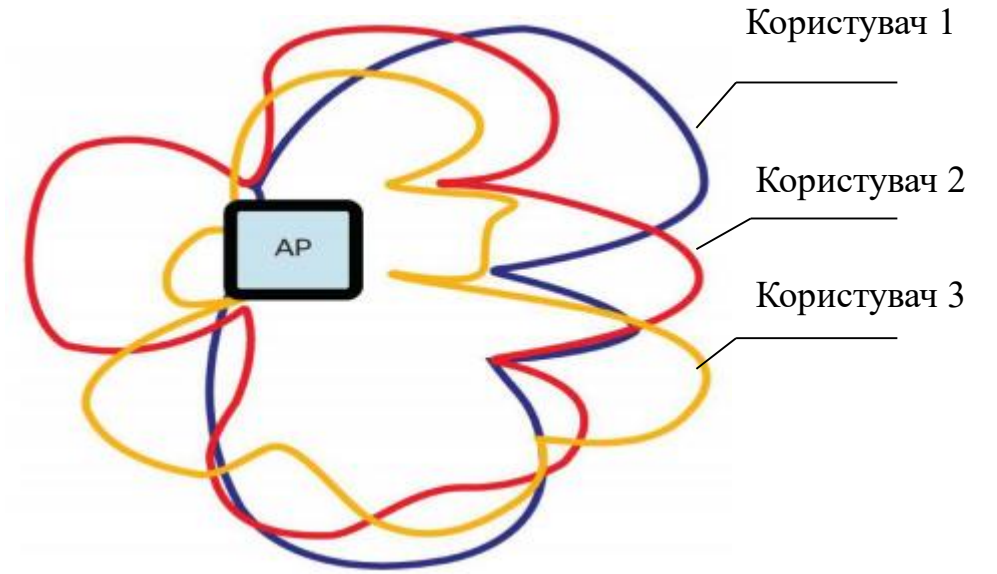


Рисунок 3 – MU-MIMO використовує поєднання формування променя і «нульового управління» для кількох користувачів одночасно

Ілюстрація роботи технології Beamforming

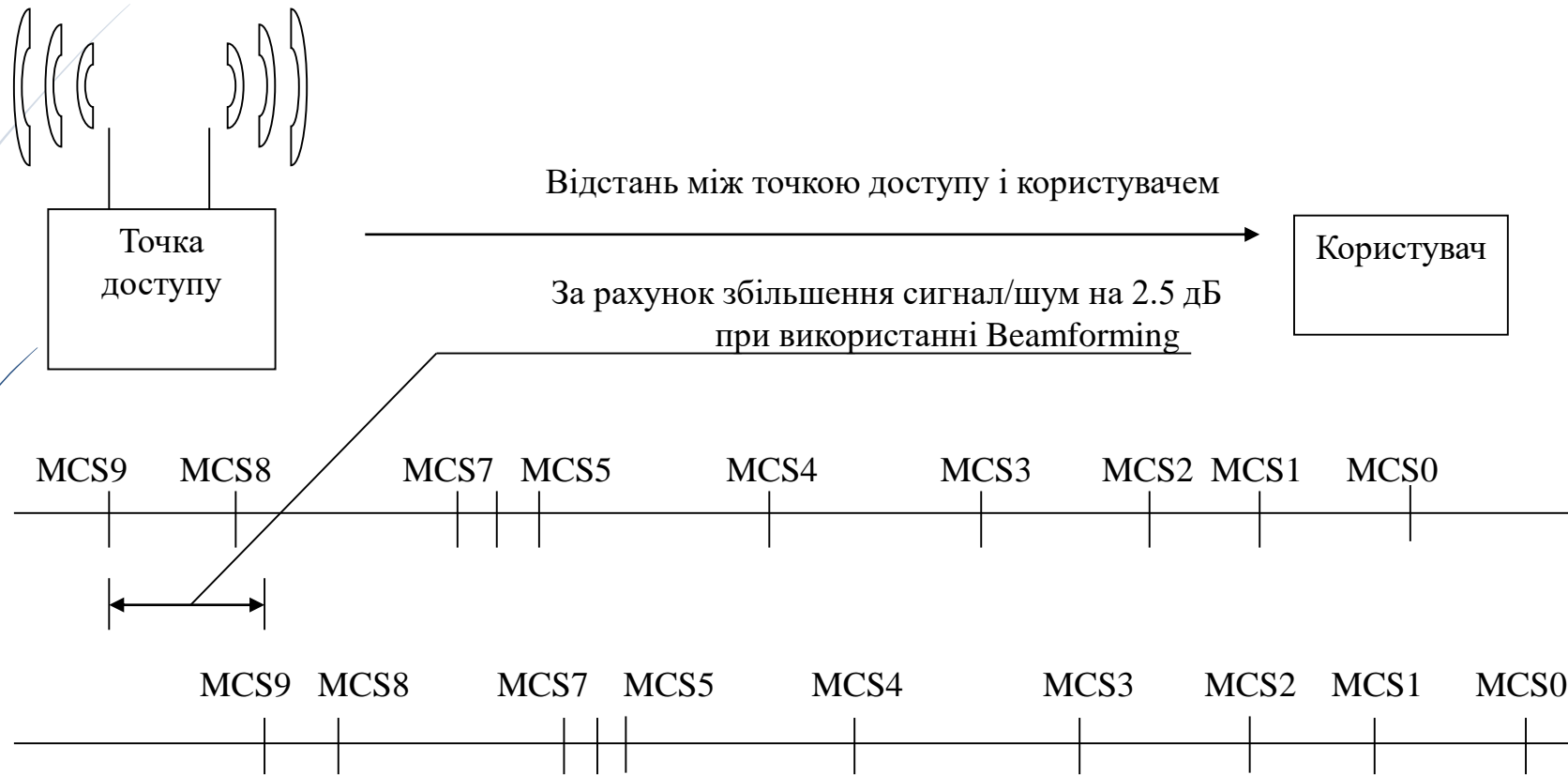
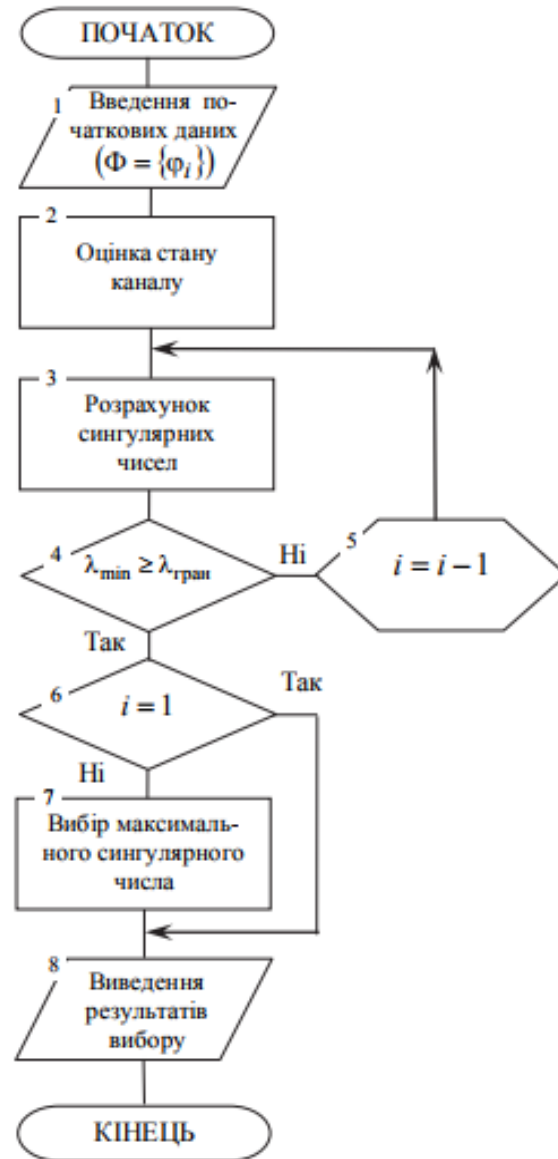


Рисунок 4 – Ілюстрація ефективності використання технології Beamforming

Схема алгоритму методу просторово-часової обробки



1) Введення вихідних даних.

$$\Phi = \{\varphi_i\}, i = \overline{1,8},$$

де $\varphi_1 \dots \varphi_8$ – кількість передавальних та приймальних антен, вид модуляції, розмірність ансамблю сигналів, тривалість кадру на виході демодулятора, тривалість кадру на виході декодера, швидкість коригувального коду, величина кодової відстані.

2) Оцінка стану каналу зв'язку.

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & & h_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix},$$

де елементи $N_R \times N_T$ каналної матриці H в позиціях (i, j) позначають канал від j -го передавача до i -ї приймальної антени.



3) Адаптивний вибір кількості каналів системи MIMO.

$$\lambda_{\min \text{ гран}}(H) = \sqrt{Q_{\text{гран}}^2 \frac{M_r G_0}{E_c}},$$

де E_c – енергія сигналу,
 G_0 – спектральна щільність шуму.

4) Вибираємо число, за яким виконується умова:

$$Q_k^2 \geq \lambda_{\min}^2(H) \frac{E_c}{M_r G_0},$$

де:

$$Q_k^2 = \frac{E_c}{M_r G_0 (H^H H)_{kk}^{-1}} \text{ – відношення сигнал/шум}$$

для k – го каналу.

5) На основі виконання умови п.4 вибирається канал MIMO.

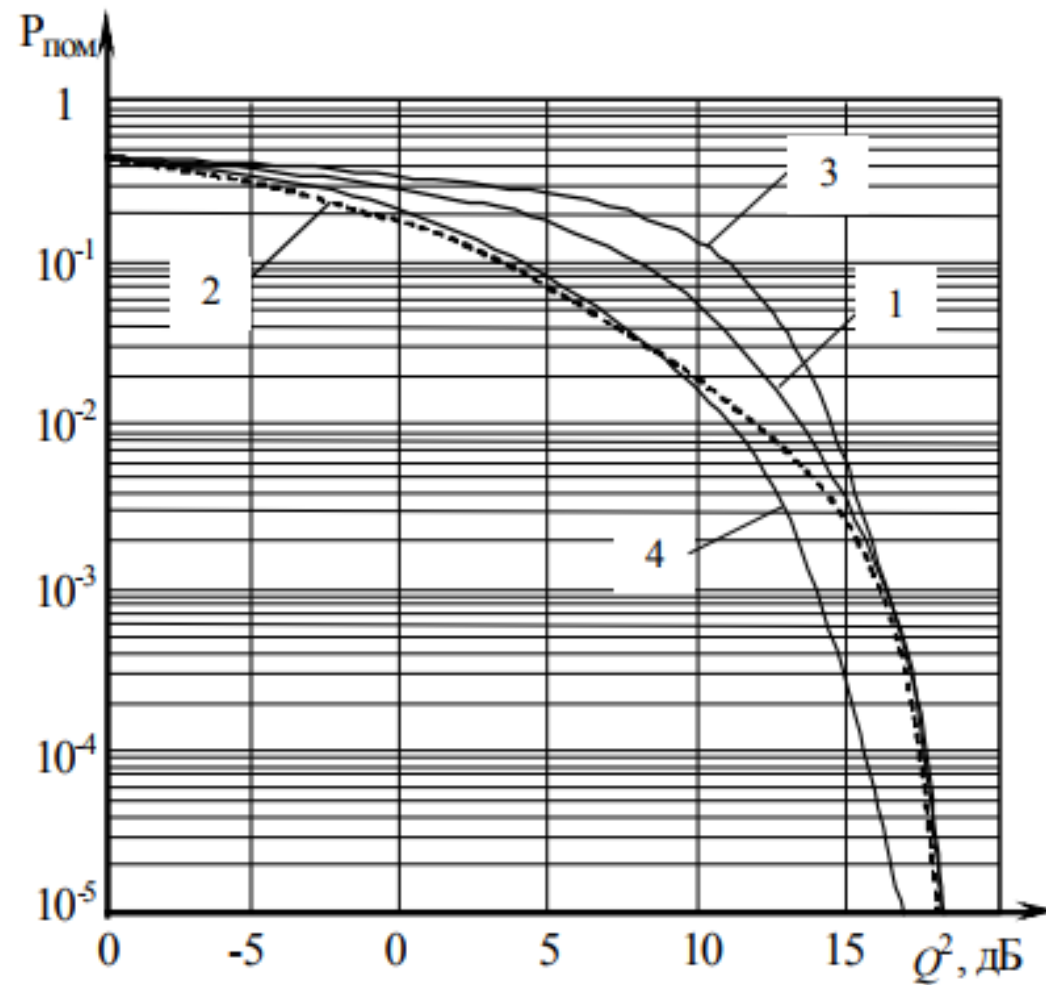


Рисунок 5 – Графік залежностей імовірності помилкового приймання від відношення сигнал/шум

Структурна схема безпроводної мережі у гуртожитку

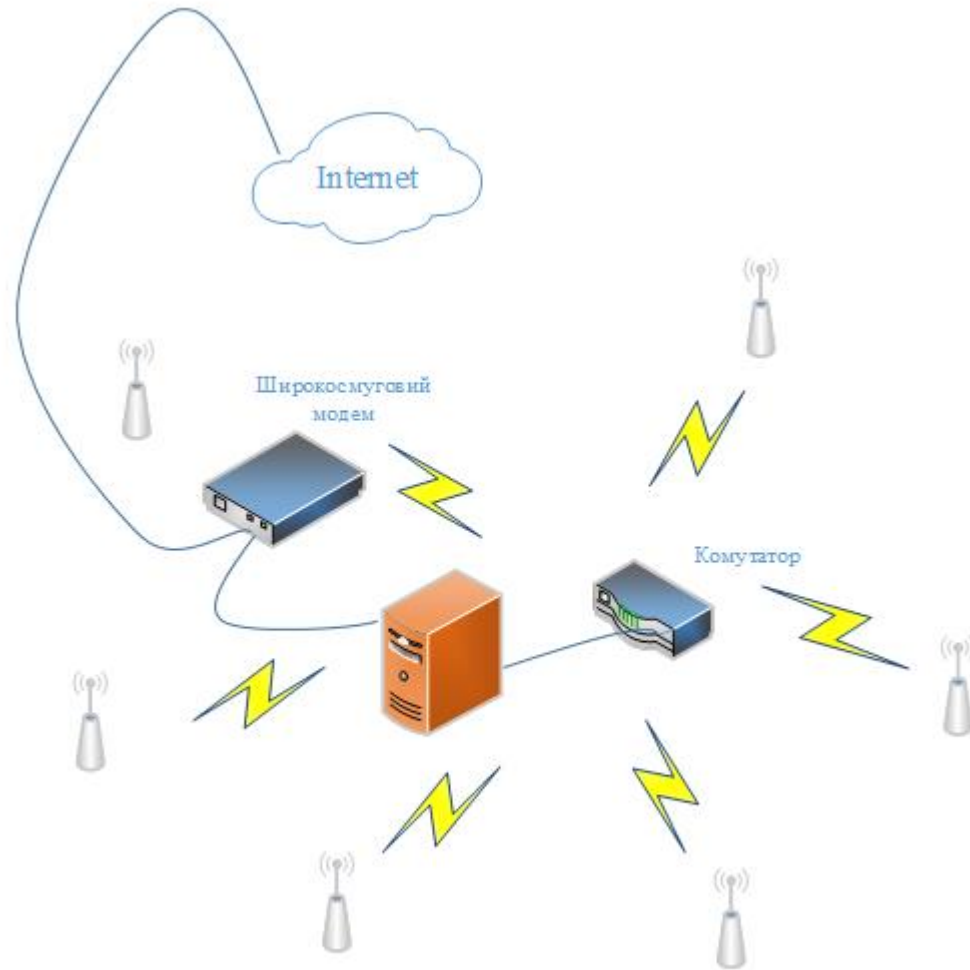


Рисунок 6 – Структурна схема безпроводної мережі у гуртожитку

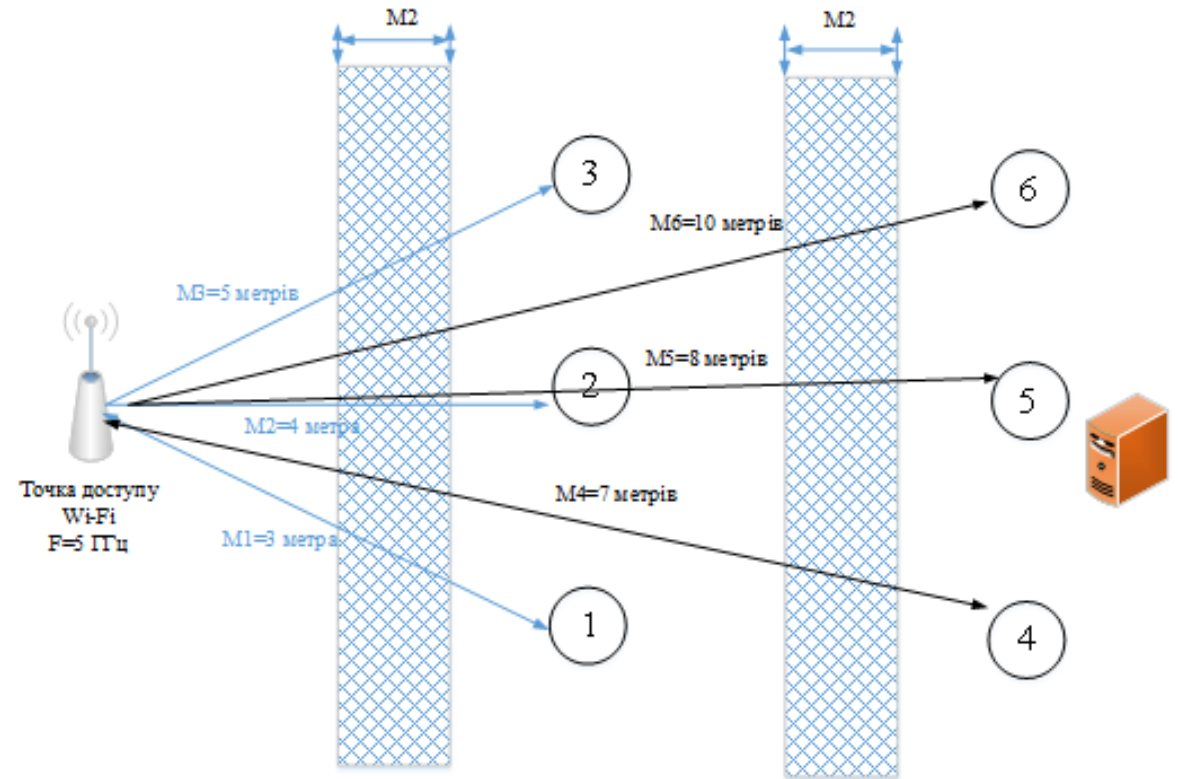


Рисунок 7 – Відстані до кожної точки вимірювання від Wi-Fi роутера

Таблиця 2 – Результати розрахунків

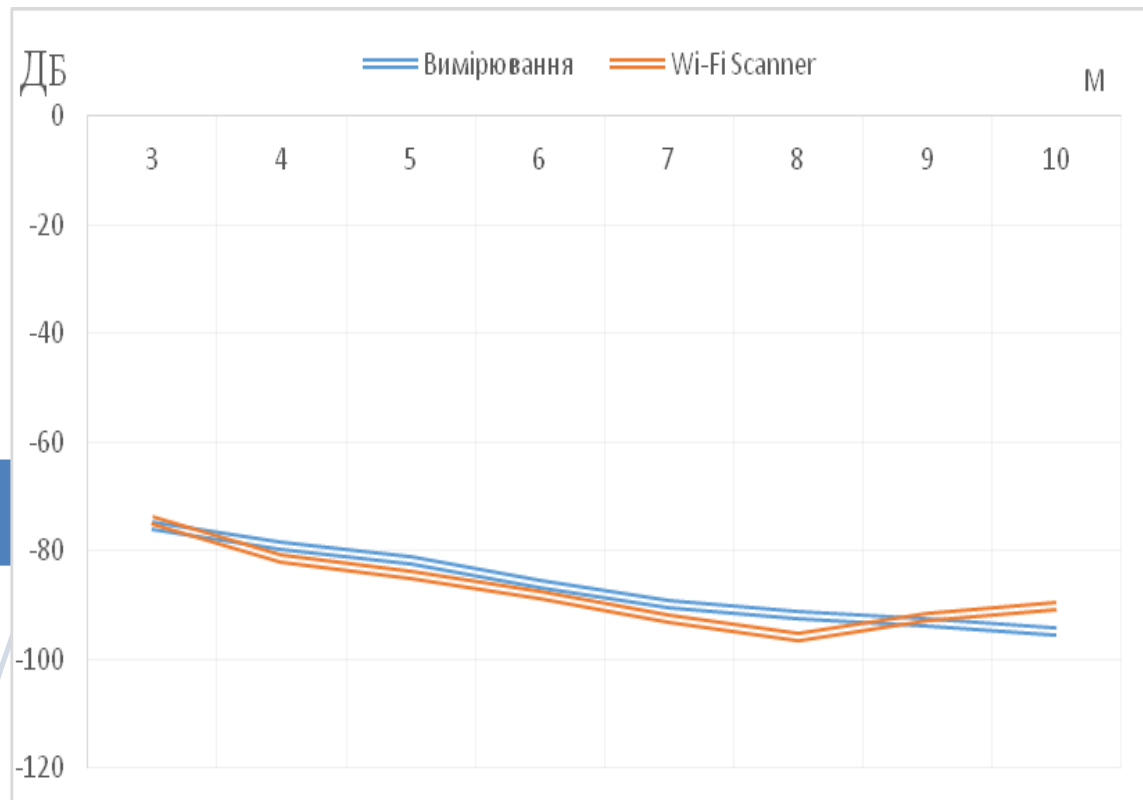


Рисунок 8 – Результати вимірювань

Точка вимірювання (розрахунку) рівня сигналу	Розрахунок по рекомендації ІТУ-R 1238-5, дБ	Результати вимірювання по Wi-Fi Scanner, дБ
1 – 3 метри	-75,3	-74,4
2 – 4 метри	-79	-81,3
3 – 5 метрів	-81,9	-84,6
4 – 7 метрів	-90	-92,6
5 – 8 метрів	-92	-95,8
6 – 10 метрів	-94,98	-90,1

Моделювання технології MIMO

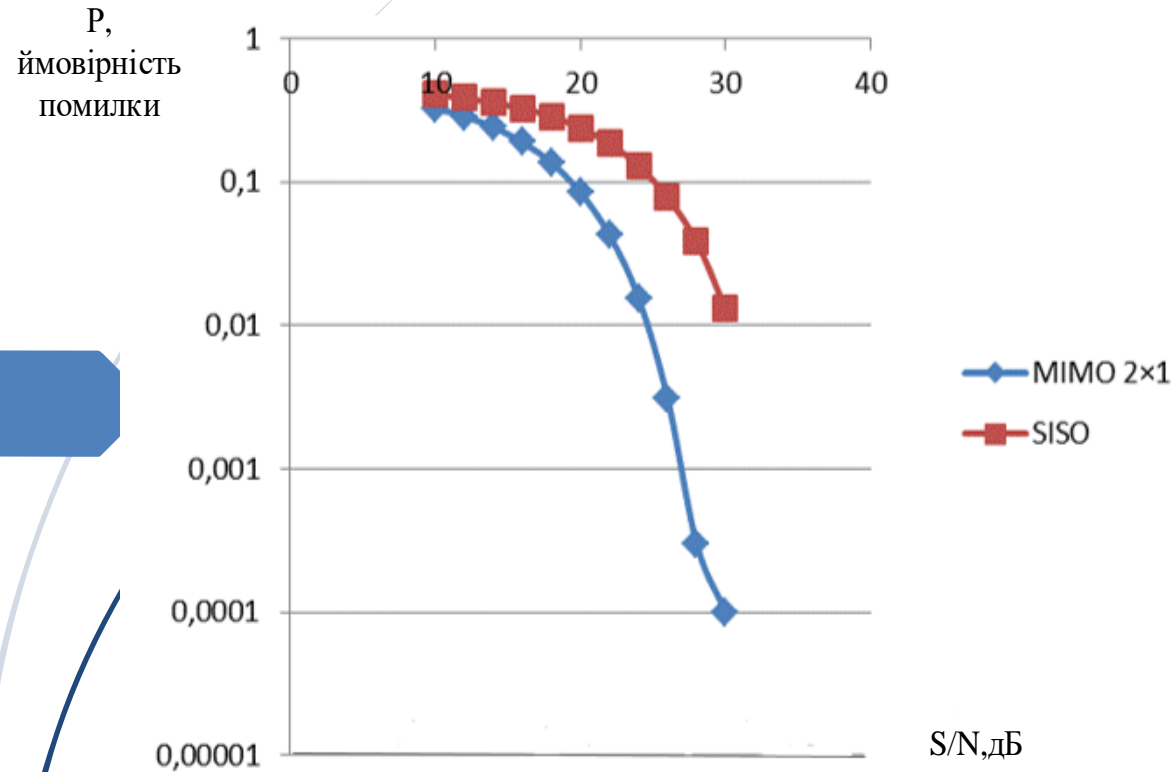


Рисунок 9 – Графік залежності ймовірності

помилки від відношення

сигнал/шум для систем зв'язку з MIMO і без MIMO

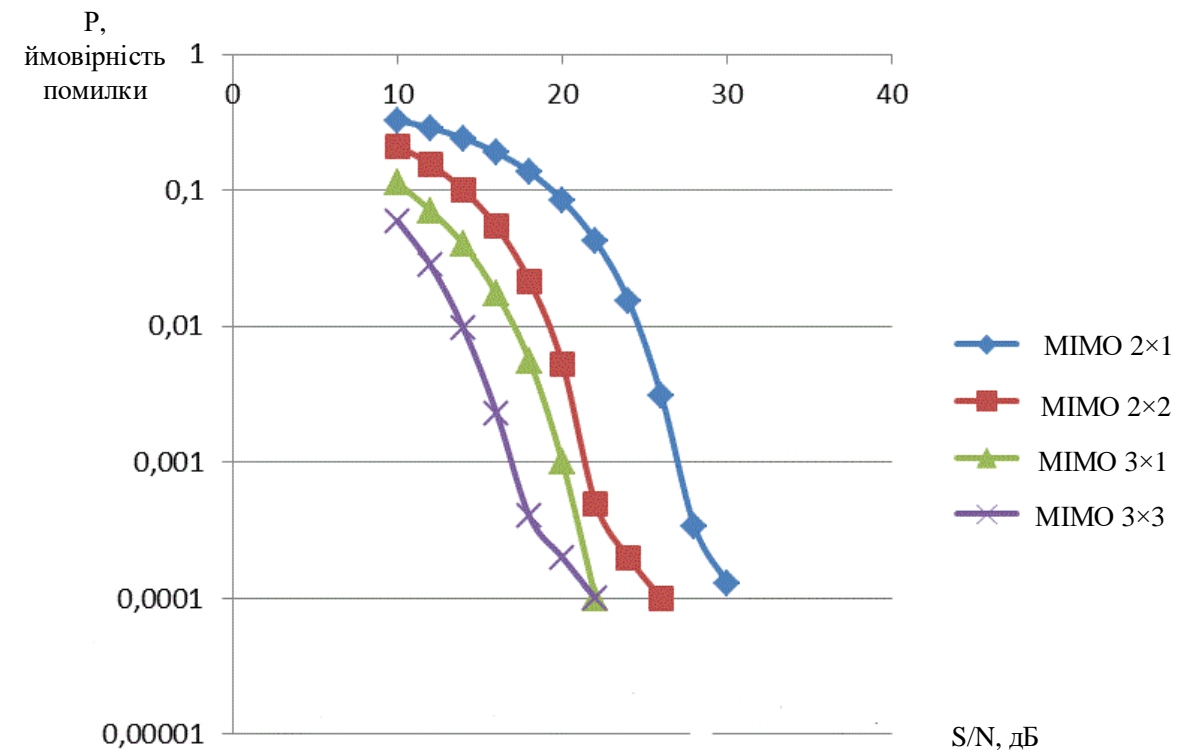


Рисунок 10 – Графік залежності ймовірності

помилки від відношення

сигнал/шум



Дякую за увагу!