

РОЛЬ МАГНІТНОЇ СКЛАДОВОЇ ПЕМВ ЗАСОБІВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В ОЦІНЦІ РІВНЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ

Гапіченко А.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Формування каналу витоку [1] через побічні електромагнітні випромінювання (ПЕМВ) відбувається внаслідок перехоплення апаратурою технічної розвідки електромагнітних полів. Ці поля створюються навколо струмопровідних елементів та електронних компонентів під час циркуляції інформаційних сигналів і здатні вільно поширюватися поза межами контрольованої території. Для дослідження ступеня небезпеки технічних каналів витоку інформації (ТКВІ), що виникають у відеотрактах засобів обчислювальної техніки (ЗОТ), традиційно застосовують спеціальні тестові відеосигнали, які генерують на дисплеї чергування чорних і білих пікселів. Спектр струмових імпульсів таких сигналів має вигляд дискретного набору непарних гармонік, математичний опис яких легко отримати за допомогою розкладання в ряд Фур'є. Використовуючи розв'язки рівнянь Максвелла, можна розрахувати інтенсивність компонентів ПЕМВ на будь-якій заданій відстані від випромінювача, що дає змогу оцінити рівень захищеності відповідного ТКВІ. Згідно з рішеннями рівнянь Максвелла, радіальна магнітна складова (H_r) електромагнітного поля для моделі випромінювача у вигляді елементарної рамки площею s зі струмом гармоніки I визначається як [2]:

$$H_r = jk \frac{Is}{2\pi r^2} \left[1 - j \frac{1}{kr} \right] \cos \theta,$$

де k – хвильове число, r – відстань до точки спостереження, θ – меридіальний кут на точку спостереження від осі рамки, s – площа рамки, I – комплексна амплітуда струму гармоніки струму в рамці. Пропонується для дослідження ПЕМВ використовувати передатну функцію [2]:

$$K_r^H(f) = \frac{H_r}{I}$$

Для дослідження ПЕМВ пропонується використовувати передатну функцію безпосередньо для магнітної складової H_r . Для оцінки загасання поля доцільно використати модуль коефіцієнта передачі. Для цього хвильове число k можна виразити через параметри середовища згідно зі співвідношенням:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi f}{c},$$

де λ – довжина хвилі, f – частота, c – швидкість світла.

Розрахувавши модуль комплексного числа, для подальшої візуалізації просторового розподілу поля виконуються відповідні математичні заміни.:

$$1 - j \frac{1}{kr} = 1 - j \frac{c}{2\pi fr} = \sqrt{1^2 + \left(\frac{c}{2\pi fr} \right)^2}.$$

В результаті:

$$K_r^H = \sqrt{\left(\frac{f}{r^2 c}\right)^2 + \left(\frac{c}{4\pi^2 r^3 f}\right)^2} \cos \theta.$$

Аналітичні оцінки проводились на діапазоні відстаней від 0.1 до 100 метрів та частот від 0.1 до 1000 МГц. В ході роботи було запропоновано три графіки:

- 3-х мірне зображення для коефіцієнта передачі,
- 2-х мірне зображення залежності коефіцієнта передачі від відстані для 3-х частот,
- 2-х мірне зображення залежності коефіцієнта передачі від частоти для 3-х відстаней.

Візуалізація виконувалась в середовищі розробки PyCharm з використанням мови програмування Python, а також допоміжних бібліотек NumPy та Matplotlib.

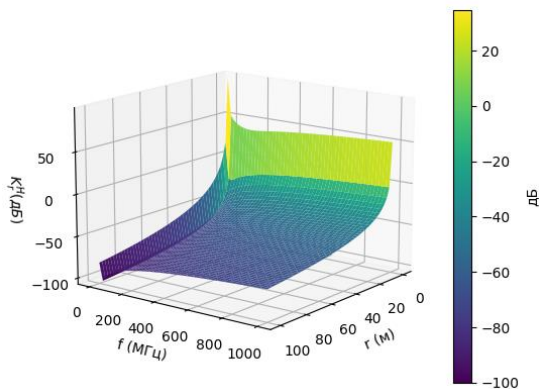


Рис. 1. Графік залежності коефіцієнта передачі від відстані та частоти

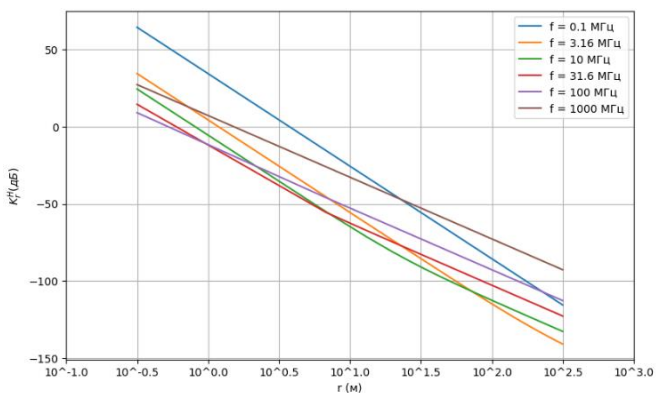


Рис. 2. Графік залежності коефіцієнта передачі від відстані для логарифмічної шкали відстаней

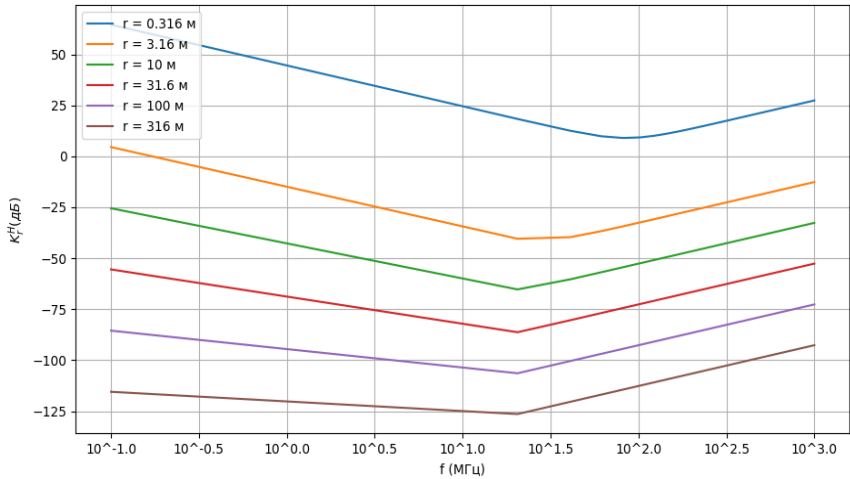


Рис. 3. Графік залежності коефіцієнта передачі від частоти для логарифмічної шкали частот спектру

Проведене дослідження дозволило проаналізувати доцільність застосування коефіцієнта передачі для розрахунку та оцінювання параметрів побічних електромагнітних випромінювань, а також сформувані аналітичну базу для наступних наукових робіт.

На основі отриманих результатів пропонується впровадити метод екстраполяції для оцінки вразливості ТКВІ відеотрактів ЗОТ. Цей підхід дає можливість прогнозувати рівні сигналів у ймовірній точці перехоплення за межами контрольованої зони. Прогноз здійснюється шляхом перерахунку даних інструментальних вимірювань інтенсивності небезпечних гармонік, отриманих на ближній відстані контролю, із подальшим їх порівнянням із встановленими нормами технічного захисту.

Список літератури

1. Технічні канали витоку інформації. Порядок створення комплексів технічного захисту інформації. / С.О. Іванченко, О.В. Гавриленко, О.А. Липський, А.С. Шевцов – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 101 с.
2. Заболотний, В. І. Дослідження зміни форми сигналу у каналі побічних електромагнітних випромінювань монітору / В. І. Заболотний, С. В. Герасименко, В. І. Перепада // Радіотехніка: Всеукр. межвід. наук.-техн. зб. – Харків, 2014. – Вип. 176. – С. 116– 121.
3. Гапіченко, А. М., & Заболотний, В. І. (2025). Математична модель коефіцієнта передачі побічних електромагнітних випромінювань відеотракту засобів обчислювальної техніки для широких діапазонів частот і відстаней. / Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління: тези доп. п'ятнадцятої міжнар. наук.-техн. конф., 24–25 квітня 2025 року: [у 4 т.]. Т. 3: секції 3, 4. – Баку; Харків; Жиліна: [б. в.], 2025. – С. 73.