

Д. І. Бахтіяров, старш. викл.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0003-3298-4641
e-mail: bakhtiaroff@tks.nau.edu.ua;

І. О. Козлюк, д-р техн. наук, проф.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0001-4937-2756
e-mail: avia_ira@ukr.net

МЕТОДИКА МОДЕРНІЗАЦІЇ МОДЕЛІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОХВИЛЬ У СЕРЕДИНІ ПРИМІЩЕННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ КОНТРОЛЬОВАНОЇ ЗОНИ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ

Вступ

Корпоративна мережа (КМ) — система, що забезпечує передачу інформації між різними додатками, використовуваними в корпорації. Корпоративна мережа є базовою несучою конструкцією сучасної організації незалежно від того, чи є дана організація комерційною (торговою, промисловою, багатoproфільною) або відноситься до державного сектору.

З функціонального погляду корпоративна мережа — це ефективне середовище передачі актуальної інформації, необхідної для вирішення завдань корпорації. З системно-технічної точки зору корпоративна мережа являє собою цілісну структуру, що складається з декількох взаємопов'язаних і взаємодіючих рівнів: інтелектуальний будинок; комп'ютерна мережа; телекомунікації; комп'ютерні платформи; програмне забезпечення (ПЗ) проміжного шару; додатки [1].

Практично вся інформація, пов'язана з діяльністю великих підприємств, обробляється, аналізується і передається за допомогою корпоративної мережі, що наводить на думку про необхідність захисту інформації. Для того щоб побудувати ефективну комплексну систему інформаційної безпеки, необхідно в першу чергу визначити реальні та потенційні загрози, канали несанкціонованого доступу і витоку інформації.

Однією з основних вимог інтегрального захисту є системний підхід, тому при виявленні технічних каналів витоку інформації необхідно розглядати всю сукупність елементів захисту, що включає основне обладнання технічних засобів обробки інформації, кінцеві пристрої, з'єднувальні лінії, розподільні і комутаційні пристрої, системи електроживлення, системи заземлення тощо.

Аналіз досліджень та публікацій

Аналіз останніх досліджень показує, що актуальні питання захисту інформації від витоків за рахунок ПЕМВН недостатньо повно висвітлені в літературі. Існуючі моделі оцінки загроз витоку інформації за рахунок побічних електромагнітних випромінювань мають узагальнений характер і відсутні адекватні аналітичні моделі, що дозволяють оцінити рівень побічних випромінювань в заданих точках всередині приміщення і зовні. В існуючій літературі відсутні аналітичні апроксимації напруженості електромагнітних полів.

Постановка проблеми дослідження

За рахунок швидкого розвитку і поширення технологій бездротових мереж передачі даних, різноманітної електронної техніки та радіозакладних пристроїв, одним з найнебезпечніших стає канал витоку за рахунок побічного електромагнітного випромінювання (ПЕМВН).

Оскільки кожен сучасний пристрій в процесі роботи випромінює в простір електромагнітні хвилі, так або інакше пов'язані з його роботою. Джерелами випромінювання сигналу можуть бути різні елементи виробу, що здійснюють обробку інформації.

З часом і розвитком ІТ перелік загроз, виявлених при формуванні профілю захисту, може суттєво змінитися. Крім того, нові загрози безпеки інформації виникають у процесі удосконалення існуючих і розробки нових методів отримання несанкціонованого доступу до інформації з метою її модифікації, видалення, підміни або використання в своїх інтересах. Таким чином, для

підтримки системи захисту інформації в актуальному стані повинен існувати механізм, що дозволяє вносити зміни в розроблені профілі захисту, переглядати політику безпеки організації і переоцінювати загрози безпеки організації. Тому для створення такого механізму спочатку потрібно створити математичну модель загроз інформації, яку можна буде модифікувати і з якою буде зручно працювати. Аналіз існуючих на теперішній момент публікацій показав що, існуючі моделі загроз інформації за рахунок ПЕМВН носять лише словесний та оглядовий характер та не можуть бути використані повною мірою для побудови комплексної системи інформаційної безпеки КМ [2–4].

Таким чином, *метою* статті є розробка математичної моделі загроз інформації за рахунок ПЕМВН, що здатна враховувати втрати потужності радіосигналу на подолання різних типів перешкод усередині приміщень та на базі вже отриманого математичного апарата створити методику визначення контрольованої зони КМ, що і визначає її наукову новизну.

Визначення оптимальної моделі розповсюдження електромагнітних хвиль усередині приміщення

Для створення запропонованої моделі необхідно скористатися існуючими моделями розповсюдження електромагнітних хвиль і встановити, яка з них найбільш придатна для даної задачі.

На сьогодні існують такі моделі розповсюдження електромагнітних хвиль:

- Модель Окамури;
- Модель Хата;
- Модель Уолфіша-Ікегами;
- Модель Альсбрука і Парсона;
- Модель Уолфіша-Бертоні;
- Модель Лі;
- Модель Кся-Бертолі;
- Модель Егли.

Детальний аналіз даних моделей показав, що модель Хата є найбільш універсальною і може бути використана для опису моделей загроз та порушників. Дана модель є емпіричним зображенням графічних даних про втрати на трасі розповсюдження електромагнітних хвиль. Ця емпірична модель спрощує розрахунок втрат на трасі, тому що являє собою завершену формулу, не основу на емпіричних кривих для різних параметрів.

У моделі Хата не потрібно використання поправкових коефіцієнтів залежно від конкретної траси, як це має місце в інших моделях. Міжнародний союз електрозв'язку рекомендує у Рекомендаціях МСЕ – R M.1225 використовувати мо-

дель Хата для визначення втрат на шляху поширення поля.

Для визначення моделі загроз потрібно створити різні сценарії розповсюдження електромагнітного поля. Оскільки порушник може знаходитись як в будівлі так і поза нею. Можна виділити такі сценарії розповсюдження електромагнітних хвиль: зовнішньо — зовнішній сценарій, внутрішньо — зовнішній сценарій і внутрішньо — внутрішній сценарій [5–10].

У даній статті детальніше зупинимось на третьому сценарії розповсюдження ЕМВ усередині приміщення.

Відомо, що досліджувана модель розподілення знаходиться усередині приміщення, тобто приймач і передавач знаходяться в одному приміщенні. Отже, маємо:

$$L(\text{вн.} - \text{вн.}) = L_{fc} + L_c + \sum k_{oi} L_{oi} + n \left(\frac{n+2}{n+1} - b \right) L_f,$$

де L_{fc} — втрати сигналу у вільному просторі між передавачем та приймачем;

L_c — постійні втрати;

k_{oi} — кількість подоланих стін;

L_{oi} — втрати у внутрішніх стінах;

L_f — втрати проникнення скрізь підлогу;

n — кількість подоланих поверхів;

b — емпіричний параметр;

Розподілення:

$$\delta(\text{внутрішньо} - \text{внутрішнє}) = \delta_{in}.$$

Нормальне розподілення залежить від усіх параметрів приміщень (архітектура, розташування меблів і т. д.)

У вільному просторі потужність електромагнітних хвиль зменшується як відстань у квадраті між передавачем і приймачем або $1/d^2$. У лінійній формі, загасання у вільному просторі описується формулою:

$$L_{fc} = \frac{\lambda^2}{4\pi d^2}.$$

Рівняння може бути також записано у логарифмічній формі:

$$L_{fc} = -32,4 - 20 \log(d) - 20 \lg(f),$$

де L_{fc} — втрати у вільному просторі;

d — відстань між передавачем і приймачем;

f — частота сигналу, в МГц,

Для більшості випадків з урахуванням усіх параметрів $L(d, L_{fc}, L_c, L_{oi}, n)$ можемо усереднити, що значення $L_c = 35 - 37$ дБ. $L_f = 18,3$ дБ при звичній структурі поверхів (підходить для більшості офісних приміщень), $L_{oi} = 3,4$ дБ для лег-

ких внутрішніх стін (вікна, дошка, гіпсокартон) і $L_{oi} = 6,9$ дБ (для бетону, цегли).

З урахуванням усіх факторів можемо зазначити, що модель втрат розповсюдження для приміщення може бути представлена у такому вигляді:

$$L(d) = 37 + 20 \lg d + 10 \lg f + 18,3n \left(\frac{n+2}{n+1} - 0,46 \right)$$

Методика модернізації моделі Хата

За допомогою практичного досліджу було визначено втрати електромагнітного поля між суміжними поверхами на різних частотах в діапазоні від 30 до 1000 МГц (позначено у якості коефіцієнтів K1-K12). Отримані результати наведено у вигляді табл. 1.

Виведення функції для модернізації було зроблено на основі сплайн-апроксимації та програмного пакету MATHCAD.

Таблиця 1

Значення втрат сигналу між суміжними поверхами

Коефіцієнт	Частота випромінювання джерела, МГц	Значення втрат сигналу, дБ
K1	30	22
K2	50	3
K3	100	33
K4	130	50
K5	150	57
K6	185	32
K7	230	18
K8	300	7
K9	500	15
K10	700	17
K11	900	28
K12	1000	39

На основі приведених вимірів можна зробити висновок, що закон згасання електромагнітного поля в просторі залежить від ряду зовнішніх чинників. Це ми можемо побачити на графіку (рис. 1) у випадках збільшення коефіцієнта затування поля ПЕМВН зі збільшенням відстані, що теоретично не повинно відбуватись. Наявність у просторі, що оточує джерело випромінювання, сторонніх тіл зумовлює прояв таких явищ, як: екранування, дифракція, перевипромінювання, що призводить до несподіваних сплесків електромагнітного поля [7].

Після аналізу отриманих даних було встановлено, що затування поля залежить від частоти випромінювання. Тому було вирішено провести дослідження залежності коефіцієнта затування електромагнітного поля від частоти. Подальші розрахунки були проведені за вимірами зробленими у точці 8 м від джерела.

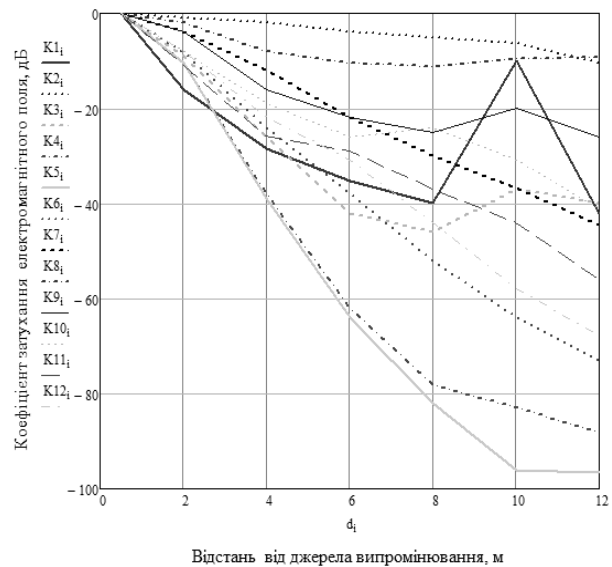


Рис. 1. Залежності коефіцієнта затування поля ПЕМВН від відстані на частотах від K1 по K12

Для того щоб створити шукану функцію використувався поліном третього ступеня [8]:

$$y = a1x^3 + a2x^2 + a3x + a4$$

Діапазон від 30 до 1000 МГц поділяється на три частини для отримання більш точних результатів, тому що кожний з піддіапазонів буде описаний власною функцією:

1. Від 30 до 130 МГц;
2. Від 130,1 до 300 МГц;
3. Від 300,1 до 1000 МГц.

Для того щоб знайти коефіцієнти $a1, a2, a3, a4$ було використано дані отримані в ході досліджень, які підставлялися до наведеного вище поліному. Після підстановки утворилася система з чотирьох рівнянь:

$$\begin{cases} f(a1, a2, a3, a4) = 30^3 a1 + 30^2 a2 + 30a3 + a4 + 22; \\ g(a1, a2, a3, a4) = 50^3 a1 + 50^2 a2 + 50a3 + a4 + 3; \\ h(a1, a2, a3, a4) = 100^3 a1 + 100^2 a2 + 100a3 + a4 + 33; \\ j(a1, a2, a3, a4) = 130^3 a1 + 130^2 a2 + 130a3 + a4 + 50. \end{cases}$$

У результаті розв'язку системи лінійних алгебричних рівнянь було отримано значення коефіцієнтів $a1, a2, a3, a4$ для першого піддіапазону:

$$V = \begin{matrix} 2,256 \cdot 10^{-4} \\ -0,063 \\ 4,865 \\ -117,554 \end{matrix}$$

Підставивши дані коефіцієнти була визначена залежність втрат між суміжними поверхами для першого діапазону частот:

$$L_f = 2,256 \cdot 10^{-4} f^3 - 0,063 f^2 + 4,865 f - 117,554$$

Аналогічними обчисленнями знайдемо залежності втрат для другого і третього діапазонів частот.

Для другого діапазону частот:

$$L_f = 2,467 \cdot 10^{-5} f^3 - 0,019 f^2 + 4,988 f - 461,464.$$

Відповідно для третього діапазону частот залежність має такі значення:

$$L_f = -1,417 \cdot 10^{-7} f^3 + 1,85 \cdot 10^{-4} f^2 - 0,078 f - 4,75.$$

У результаті об'єднавши всі три розв'язки в систему рівнянь знайдено шуканий розв'язок для всього діапазону:

$$L_f = \begin{cases} 2,256 \cdot 10^{-4} f^3 - 0,063 f^2 + 4,865 f - 117,554; \\ 2,467 \cdot 10^{-5} f^3 - 0,019 f^2 + 4,988 f - 461,464; \\ -1,417 \cdot 10^{-7} f^3 + 1,85 \cdot 10^{-4} f^2 - 0,078 f - 4,75. \end{cases}$$

На основі даної формульної залежності L_f від частоти побудуємо графік — рис. 2.

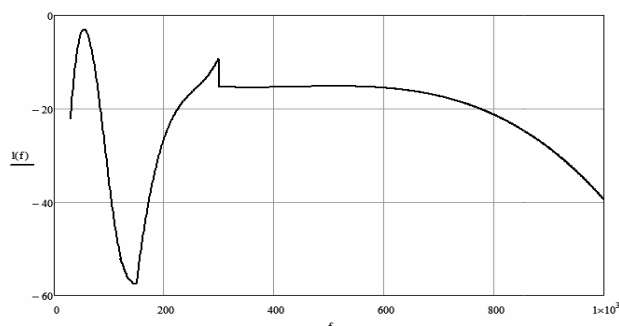


Рис. 2. Залежність втрат між суміжними поверхами від частоти

Із значень приведених у табл. 2 можна зробити висновок, що створена модель дає можливість досить точно визначити значення втрат сигналу між суміжними поверхами. Загальна похибка формули не перевищує 8 %.

Таблиця 2

Порівняння значень втрат сигналу між суміжними поверхами

Частота випромінювання джерела, МГц	Значення втрат сигналу, дБ	Отримані формульні значення, дБ
30	22	22,213
50	3	3,6
100	33	35,454
130	50	54,161
150	57	57,503
185	32	32,758
230	18	19,161
300	7	8,974
500	15	15,212
700	17	17,303
900	28	28,399
1000	39	39,45

Методика визначення контрольованої зони корпоративної мережі на основі отриманих формульних залежностей

Контрольовану зону будуюмо для наступного приміщення (рис. 3). Корпус триповерховий, блочно-панельний, висота кожного поверху з урахуванням міжповерхових перекриттів — 4 м.

У приміщеннях будівлі розташовані робочі письмові столи. Як джерело випромінювання використовуємо закладний пристрій радіомікрофон з підвищеною чутливістю MP2 (на рис. 3 — ЗП) з такими характеристиками:

- потужність — 2,3 мВт;
- габарити — 30 X 12X 8 мм;
- робоча частота — 96,1 МГц. (частота передавача регульована).

Як прилад виявлення радіовипромінювання використовуємо АКОР-1 із чутливістю 2,5 мкВ. Спочатку знаходимо максимальне значення напруженості поля джерелом якого є закладний пристрій за формулою:

$$E_d = \frac{\sqrt{30 \cdot P \cdot D}}{r},$$

де P — потужність закладного пристрою; r — відстань від джерела випромінювання; D — коефіцієнт направленої дії антени (приблизно 2 дБ).

Для визначеного закладного пристрою значення $E_d = 0,295$ В/м. (49.396 дБмВ/м).

Розрахунок втрат розповсюдження L проводимо за декількома сценаріями вн.- зовн., вн.- вн. сценаріями.

Як приклад розрахунків наведемо обчислення для першого напрямку (вн.-вн.) використаємо таку формулу для визначення втрат сигналу:

$$L = 37 + 20 \lg(d) + 10 \lg(f) + kL_{\omega},$$

де L_{ω} — створена функція втрат у стіні від частоти; k — кількість подоланих стін.

Змінюючи значення відстані d знаходимо порогове значення за якого приймач не зможе зафіксувати електромагнітне поле. Такому значенню, у даному випадку, відповідає відстань 10 м.

Відповідно до виведеної функції:

$$L_{\omega} = \begin{cases} 3,363 \cdot 10^{-4} f^3 - 0,097 f^2 + 7,882 f - 198,018; \\ 1,792 \cdot 10^{-5} f^3 - 0,015 f^2 + 4,277 f - 452,657; \\ 3,167 \cdot 10^{-7} f^3 - 8,4 \cdot 10^{-4} f^2 + 0,668 f - 188,5, \end{cases}$$

значення втрат у стіні дорівнює $L_{\omega} = 37,906$ дБ.
 $L = 37 + 20 \cdot \lg(10) + 10 \cdot \lg(96.1) + 1 \cdot 37,906 = 114.733$ дБ.

Напруженість поля на відстані 10 м від джерела, з урахуванням обрахованих втрат, буде становити — 65,337 дБмВ/м (0.541 мкВ/м).

Далі за допомогою визначення діючої висоти антени за формулою встановимо чи зможе прий-

мач (із чутливістю 2,5 мкВ) зафіксувати даний сигнал:

$$h = \frac{3,125}{3,14} \cdot \sqrt{\frac{5 \cdot 50}{120}} = 1,437 \text{ м},$$

відповідно до цього визначимо електрорушійну силу, що наводиться на антену приймача:

$$e = 0,541 \cdot 1,437 = 0,778 \text{ мкВ},$$

Отже, сигнал вже не може бути зафіксований. Тобто можемо зробити висновок, що в цьому напрямку, починаючи з 10 метрів і далі сигнал цим приймачем зафіксувати не можливо.

За отриманими результатами для чотирьох напрямків приведемо графічне зображення контрольованої зони (рис. 5).

Отже, сигнал може бути зафіксований у межах:

- перший напрямок — 24 м;
- другий напрямок — 10 м;
- третій напрямок — 10 м;
- четвертий напрямок — 8,5 м.

За допомогою розробленої методики проведено обчислення для п'ятого та шостого напрямків (втрати між 1 та 3 поверхами) та за отриманими результатами приведемо графічне зображення контрольованої зони (рис. 6).

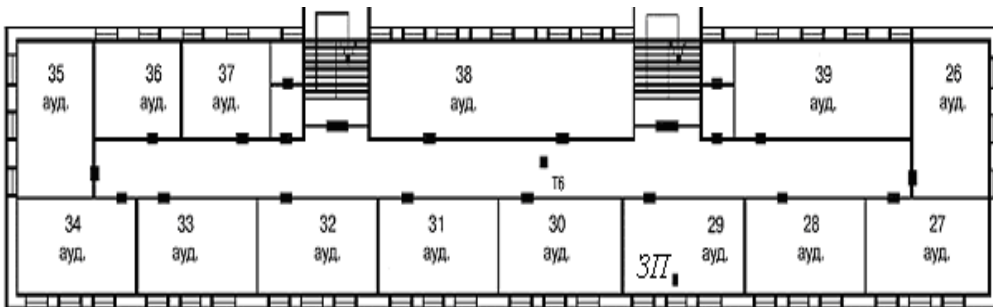


Рис. 3. План будівлі

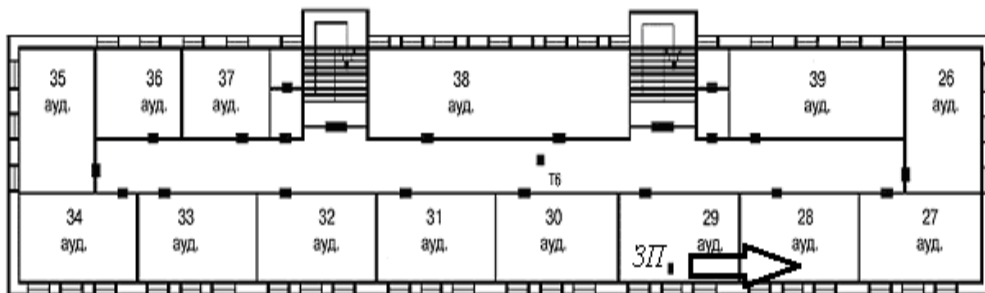


Рис. 4. Схематичне зображення другого напрямку поширення сигналу

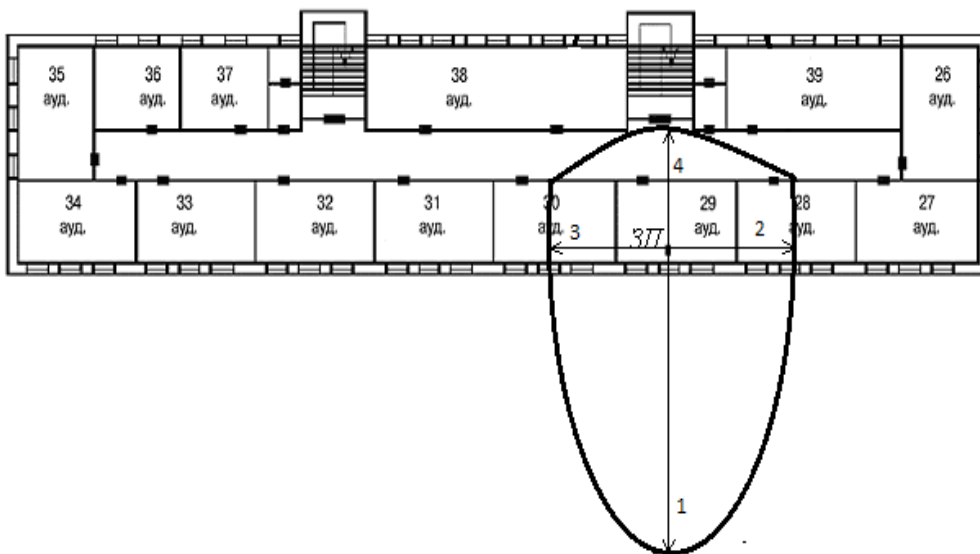


Рис. 5. Схематичне зображення контрольованої зони приміщення за чотирма напрямками

Стандартна модель Хата дає наступні значення розмірів контрольованої зони:

- перший напрямок — 24 м;
- другий напрямок — 17 м;
- третій напрямок — 17 м;
- четвертий напрямок — 8,5 м.

Розроблені формули, за допомогою запропонованої методики модернізації моделі Хата, дають можливість більш точного визначення меж контрольованої зони у порівнянні із стан-

дартною моделлю, що засвідчує рис. 7. Різниця складає: другий напрямок — 7 м; третій напрямок — 7 м; четвертий напрямок — 4,5 м. За допомогою розроблених формульних залежностей можна визначати втрати сигналу для будь-якого значення частоти в межах від 30 МГц до 1000 МГц. Похибка результатів не перевищує 8 % для визначення втрат сигналу між суміжними поверхами, та 12 % для визначення втрат у стінах.

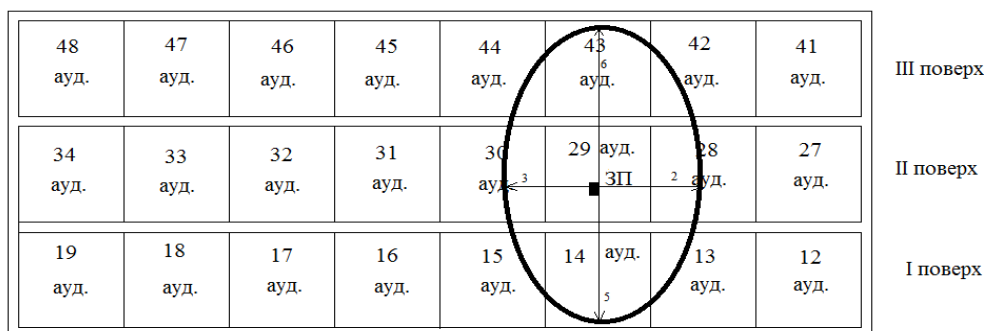


Рис. 6. Схематичне зображення контрольованої зони приміщення за п'ятьма та шістьма напрямками

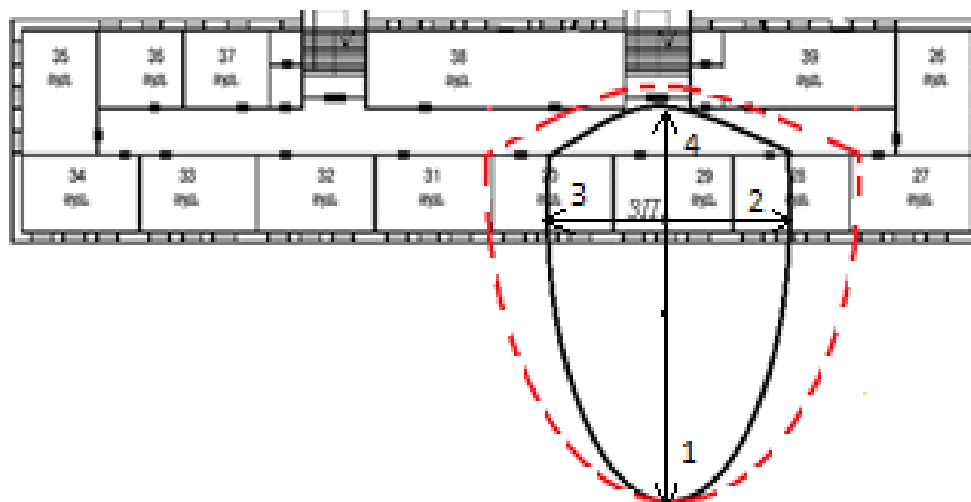


Рис. 7. Порівняння контрольованих зон отриманих за допомогою стандартної моделі

Висновки

У результаті досліджень, виконаних у роботі вирішено ряд наукових і практичних задач для забезпечення захисту інформації.

Дані дослідження актуальні у зв'язку з поширенням електронних пристроїв, які виступають джерелом електромагнітного випромінювання, а також відсутністю математичної моделі загроз за рахунок витоків побічних електромагнітних випромінювань.

Основні результати даної роботи полягають у такому:

1. Створені математичні залежності для визначення коефіцієнту затухання радіосигналу залежно від частоти та відстані.

2. Розроблено методику модернізації існуючої моделі поширення радіохвиль (модель Хата, модель COST 231).

3. Отримано формульну залежність для визначення втрат радіосигналу між суміжними поверхами. Дана формула дає змогу визначати втрати сигналу для будь-якого значення частоти. Похибка результатів не перевищує 8 %.

4. Отримано формульну залежність для визначення втрат радіосигналу у стінах. Розроблена функція дає змогу визначати втрати сигналу для будь-якого значення частоти. Похибка результатів не перевищує 12 %.

5. Розроблено математичну модель загроз інформації за рахунок ПЕМВН. Розроблений

алгоритм можна використати у будь-яких умовах, тому що він враховує всі можливі сценарії та умови поширення радіосигналу.

6. Розроблена методика визначення контрольованої зони приміщення, яка дає змогу провести всі розрахунки без використання коштовної апаратури.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Гарасим Ю. Р.**, Дудикевич В. Б. Інформаційна безпека захищених мереж зв'язку. *Видавництво Львівської політехніки*. 2009. №17. С. 124–132.
2. **Конахович Г. Ф.**, Климчук В. П., Паук С. М., Потапов В. Г. Захист інформації в телекомунікаційних системах. К.: НАУ, 2007. 321 с.
3. **Хапонін Ю. В.** Особливості виникнення каналу витoku інформації за рахунок побічного електромагнітного випромінювання і наведення. *Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні*. 2015. №2. С. 58–63.
4. **Мачалин І. А.**, Андрухович П. А., Пузыренко А. Ю., Терентьева І. Е. Оцінка урівня утечки інформації за счет побічного електромагнітного излучения. *Защита информации*. 2013. С. 159–164.
5. **Konakhovych G. F.**, Lavrynenko O. Y., Bakhtiarov D. I., Antonov V. V. A digital speech signal compression algorithm based on wavelet transform. *Electronics and control systems*. 2016. Vol 2. No48. P. 30–36. DOI:10.18372/1990-5548.48.11204.
6. **Lavrynenko O.**, Bakhtiarov D., Konakhovych G. Compression algorithm of voice control commands of uav based on wavelet transform. *Electronics and Control Systems*. 2018. Vol 1. No 55. С. 137–142. DOI: 10.18372/1990-5548.55.12746
7. **Bakhtiarov D. I.** Evaluation of energy availability of means to communicate with UAVs in conditions of radioelectronic countermeasures by the enemy. *Collection "Information technology and security"*. 2016. Vol. 4. No. 1. P. 118–130.
8. **Конахович Г. Ф.**, Андрухович П. О. Обґрунтування методів апроксимації моделей каналів витoku інформації. *Проблеми інформатизації та управління*. 2009. №1. С. 65–74.
9. **НД ТЗІ 3.6–003–2016.** Порядок проведення робіт зі створення та атестації комплексів технічного захисту інформації. К.: Держстандарт України, 2016.
10. **НД ТЗІ 1.6–003–04.** Створення комплексів технічного захисту інформації на об'єктах інформаційної діяльності. Правила розроблення, побудови, викладення та оформлення моделі загроз для інформації. К.: Держстандарт України, 2004.

Бахтіяров Д. І., Козлюк І. О.

МЕТОДИКА МОДЕРНІЗАЦІЇ МОДЕЛІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОХВИЛЬ УСЕРЕДИНИ ПРИМІЩЕННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ КОНТРОЛЬОВАНОЇ ЗОНИ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ

На сьогодні проблема безпеки інформаційних технологій займає усе більш значне місце в використанні інформаційно-телекомунікаційних систем і мереж у міру того, як зростає їх роль в інформатизації суспільства. Особливої актуальності ця проблема має при захисті інформаційних ресурсів корпоративних мереж від витоків інформації за рахунок побічних електромагнітних випромінювань від різних джерел. Існуючі моделі оцінки загроз витoku інформації за рахунок побічних електромагнітних випромінювань мають узагальнений характер і відсутні адекватні аналітичні моделі, що дозволяють оцінити рівень побічних випромінювань в заданих точках всередині приміщення і зовні. Відсутні аналітичні апроксимації напруженості електромагнітних полів. При цьому отримати числові оцінки захищеності можна тільки шляхом експериментальних досліджень. На основі практичного експерименту були проведені вимірювання рівнів побічного випромінювання на різних відстанях від джерела випромінювання і в широкому діапазоні частот. Для досліджуваної корпоративної мережі виконана сплайн-апроксимація експериментальних даних, на основі якої отримано аналітичні вирази для оцінки загасання поля на досліджуваних частотах шляхом удосконалення моделі Хата. Проведене зіставлення експериментальних даних і аналітичних розрахунків показало адекватність математичної моделі. Розроблені моделі дозволяють аналітично оцінювати рівень побічних випромінювань корпоративних мереж і можуть використовуватися в процесі побудови контрольованої зони корпоративної мережі.

Ключові слова: інформаційна безпека; контрольована зона; корпоративна мережа; модель Хата; побічні електромагнітні випромінювання.

Bakhtiarov D. I., Kozliuk I. O.

TECHNIQUE OF MODERNIZATION OF THE MODEL OF DISTRIBUTION OF RADIO WAVES IN THE MIDDLE OF THE ROOM FOR CONSTRUCTION OF A CONTROLLED AREA OF THE CORPORATE NETWORK

Today, the problem of security of information technologies is becoming increasingly significant in the use of information and telecommunication systems and networks as their role in the information society grows. This problem is of particular relevance when protecting information resources of corporate networks from information leaks due to side electromagnetic radiation from various sources. Existing models for assessing information leakage threats due to side electromagnetic emissions are generalized and there are no adequate analytical models to estimate the level of side-effects at specified points inside and outside the premises. There are no analytic approximations of the intensity of electromagnetic fields. In this case, numerical estimates of security can only be obtained through experimental studies. On the basis of the practical experiment, measurements of levels of side radiation at different distances from the source of radiation and in a wide frequency range were carried out. For the investigated corporate network, spline-approximation of experimental data was performed, on the basis of which analytical expressions were obtained for estimating the field attenuation at the studied frequencies by improving the Hata model.

A comparison of experimental data and analytical calculations has shown the adequacy of the mathematical model. The developed models allow analytically to assess the level of the collateral emissions of corporate networks and can be used in the process of building a controlled area of the corporate network.

Keywords: information security; controlled zone; corporate network; Hata model; electromagnetic radiation bypass.

Бахтияров Д. И., Козлюк И. А.

МЕТОДИКА МОДЕРНИЗАЦИИ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН В СЕРЕДИНЕ ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОНТРОЛИРУЕМОЙ ЗОНЫ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ

На сегодняшний день проблема обеспечения безопасности информационных технологий занимает все более значительное место в использовании информационно-телекоммуникационных систем и сетей по мере того, как растет их роль в информатизации общества. Особую актуальность эта проблема имеет при защите информационных ресурсов корпоративных сетей от утечек информации за счет побочных электромагнитных излучений от различных источников. Существующие модели оценки угроз утечки информации за счет побочных электромагнитных излучений имеют обобщенный характер и отсутствуют адекватные аналитические модели, позволяющие оценить уровень побочных излучений в заданных точках внутри помещения и снаружи. Отсутствуют аналитические аппроксимации напряженности электромагнитных полей. При этом получить числовые оценки защищенности можно только путем экспериментальных исследований. На основе практического эксперимента были проведены измерения уровней побочного излучения на различных расстояниях от источника излучения и в широком диапазоне частот. Для исследуемой корпоративной сети выполнена сплайн-аппроксимация экспериментальных данных, на основе которой получены аналитические выражения для оценки затухания поля на исследуемых частотах путем усовершенствования модели Хата. Проведенное сопоставление экспериментальных данных и аналитических расчетов показало адекватность математической модели. Разработанные модели позволяют аналитически оценивать уровень побочных излучений корпоративных сетей и могут использоваться в процессе построения контролируемой зоны корпоративной сети.

Ключевые слова: информационная безопасность; контролируемая зона; корпоративная сеть; модель Хата; побочные электромагнитные излучения.

Стаття надійшла до редакції 15.08.2019 р.

Прийнято до друку 06.10.2019 р.