



DOI 10.28925/2663-4023.2026.33.1285

УДК 004.056

**Крючкова Лариса Петрівна**

доктор технічних наук, професор

професор кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки імені професора Володимира Бурячка  
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна

ORCID: 0000-0002-8509-6659

l.kriuchkova@kubg.edu.ua

**Бобро Руслан Аркадійович**

науковий співробітник

Державний науково-дослідний інститут технологій кібербезпеки та захисту інформації, м. Київ, Україна

ORCID: 0009-0004-8663-596x

bobroruslan@gmail.com

## МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЯКОСТІ ШУМУ

**Анотація.** Інтенсивне використання різномісних технічних засобів обробки інформації в усіх сферах людської діяльності є на сьогодні нормою. Разом з тим функціонування будь якого технічного засобу обробки інформації призводить до формування деякої множини технічних каналів витоку інформації. Одним з найбільш розповсюджених видів технічних каналів витоку інформації є канали, що формуються за рахунок побічних електромагнітних випромінювань та наведень. З метою запобігання витоку інформації зазначеними технічними каналами використовуються заходи пасивного або активного захисту. Також можливе комбіноване застосування заходів пасивного та активного захисту інформації. Пасивний спосіб захисту передбачає повне електромагнітне екранування приміщень та/ або технічних засобів обробки інформації, часткове екранування окремих вузлів технічних засобів та встановлення в ці кола фільтрів. Заходи активного захисту інформації реалізуються шляхом використання генераторів просторового та лінійного електромагнітного зашумлення. З практичної точки зору активний захист інформації має ряд переваг в порівнянні з пасивним захистом, а саме: технічні засоби з пасивним захистом мають більші габарити та вагу; у випадку екранування складніше вирішується питання охолодження внутрішніх функціональних вузлів технічних засобів; модернізація технічних засобів з пасивним захистом (включення до складу технічного засобу нових вузлів іншого виробника з іншим конструктивним виконанням або нових вузлів з новими інтерфейсами), як правило, потребує внесення змін до конструкції електромагнітного екрану; конструктивне виконання електромагнітних екранів завжди містить електромагнітні ущільнювачі та рухомі конструктивні елементи, які в процесі експлуатації технічних засобів зношуються, що призводить до погіршення екрануючих властивостей, а отже і до погіршення рівня захищеності інформації.

Таким чином, з точки зору технологічної складності активний спосіб захисту інформації реалізувати простіше ніж пасивний. В цілому при активному способі захисту інформації нормуються такі характеристики та параметри генераторів захисних завод: частотний діапазон, спектральна щільність потужності заводи, коефіцієнт міжспектральних кореляційних зв'язків, коефіцієнт якості шуму. Найбільш складними з точки зору методології є визначення такого параметру генераторів завод як коефіцієнт якості шуму. Мета публікації – систематизація та аналітичний огляд методичних підходів до визначення коефіцієнта якості заводи та встановлення напрямків їх вдосконалення.

**Ключові слова:** технічний канал витоку інформації; генератор електромагнітних завод; закон розподілу випадкової величини; коефіцієнт якості шуму.

## ВСТУП

Генератор електромагнітних завод є одним з найбільш поширених засобів технічного захисту інформації. Зазначене пояснюється декількома факторами: підготовка до роботи та експлуатація



генераторів завод не передбачає складних технологічних процедур, витрати на закупівлю та експлуатацію генераторів завод в кілька разів менші ніж при використанні технічних засобів обробки інформації в захищеному виконанні, один генератор електромагнітних завод може бути використаний для захисту інформації групи технічних засобів. Згідно до даних державної електронної системи публічних закупівель Prozorro середня вартість генератора захисних електромагнітних завод складає 20 тисяч грн., а вартість одного захищеного автоматизованого робочого місця (персональна електронно-обчислювальна машина в захищеному виконанні) 285-490 тисяч грн. Проте, як при закупівлі, так і під час експлуатації генераторів електромагнітних завод виникає завдання щодо контролю його параметрів та характеристик. Найбільш складним з точки зору методології є оцінювання коефіцієнта якості шуму [1, 8, 9].

Постановка проблеми. Наявні на ринку генератори електромагнітних завод формують шумовий сигнал з характеристиками максимально наближеними до завади типу білий шум (шум з нормальним (гаусовим) розподілом ймовірностей). Кількісною мірою (показником) такого наближення є коефіцієнт якості шуму. Теоретичною основою визначення коефіцієнту якості шуму є положення теорії ймовірностей та статистики щодо ідентифікації емпіричних законів розподілу випадкової величини [5-7]. Враховуючи те, що графічні методи ідентифікації закону розподілу не підходять (відсутній кількісний критерій прийняття рішення), для визначення коефіцієнту якості шуму застосовують моментний чи ентропійний способи ідентифікації розподілу [6-9]. Разом з тим, відомі практичні методи щодо оцінювання та визначення коефіцієнта якості шуму мають значні відмінності та, як показує їх практична апробація, не забезпечують отримання співставних результатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В джерелах [8, 9] описані наступні методи розрахунку коефіцієнта якості шуму:

- на основі ентропії вибірки миттєвих значень захисної завади (ентропійний коефіцієнт якості шуму);
- з використанням ентропії вибірки миттєвих значень обвідної сигналу захисної завади (ентропійний коефіцієнт якості шуму обвідної);
- з застосуваннями коефіцієнтів асиметрії та ексцесу (моментний коефіцієнт якості шуму).

Для розрахунку ентропійного коефіцієнта якості завади необхідно побудувати гістограму розподілу щільності ймовірностей для вибірки значень сигналу завади та обчислити ентропію випадкової величини за формулою виду:

$$H(x) = - \sum_{i=1}^N p(x_i) \log(p(x_i)) \quad (1)$$

де  $p(x_i)$  – ймовірність дискретної випадкової величини.

Ентропійний коефіцієнт якості шуму  $\theta_{EV}$  обчислюється відповідно до виразу (2):

$$\theta_{EV} = \frac{e^{2H(x)}}{2\pi e}. \quad (2)$$

В публікації [9] для генератора завод, що випускається серійно (виробник та модель в джерелі не зазначено), в ході проведення практичних досліджень отримано значення ентропійного коефіцієнта якості шуму  $\theta_{EV}$  від декількох сотих до значень в сотні разів більше за одиницю. Проте згідно до даних експлуатаційної документації на генератори завод (паспорти, формуляри) коефіцієнт якості шуму не може приймати значення більші за одиницю (0,85-0,97). Таким чином використання ентропійного коефіцієнта якості шуму  $\theta_{EV}$  є некоректним.

Отриманий результат для ентропійного коефіцієнта якості шуму  $\theta_{EV}$  є очікуваним. Як відомо, ентропія нормального гаусового розподілу [8, 9] визначається за формулою (3):

$$H(x) = 0,5 \ln(2\pi e \delta^2), \quad (3)$$

де  $\delta^2$  – дисперсія вибірки миттєвих значень завади.

При підстановці формули (3) в (2) отримаємо вираз (4):

$$\theta_{EV} = \frac{e^{\ln(2\pi e \delta^2)}}{2\pi e} = \frac{2\pi e \delta^2}{2\pi e} = \delta^2. \quad (4)$$

Відповідно до виразу (4) значення ентропійного коефіцієнта якості шуму  $\theta_{EV}$  дорівнює значенню дисперсії вибірки миттєвих значень завади  $\delta^2$ , яка у випадку нормального закону розподілу може приймати будь-які невід'ємні значення  $\delta^2 > 0$ . Також необхідно звернути увагу, що для ідентифікації розподілу випадкової величини значення тільки дисперсії (другий центральний момент) недостатньо [6, 7].

Методика визначення ентропійного коефіцієнта якості шуму обвідної [9] передбачає розрахунок ентропії для вибірки значень обвідної сигналу завади. Знаходження обвідної шумового сигналу здійснюється за формулою (5):

$$A(t) = \sqrt{s(t)^2 + s_{\perp}(t)^2}, \quad (5)$$

де  $s_{\perp}(t)$  – функція, яка визначається як уявна частинна аналітичного сигналу  $s_a(t) = s(t) + is_{\perp}(t)$  (перетворення Гільберта).

Недоліком такого підходу є втрата значної частини інформації про закономірності зміни миттєвих значень завади. Про що, зокрема свідчать гістограми вибірки миттєвих значень та обвідної одного і того ж сигналу завади (рис. 1).

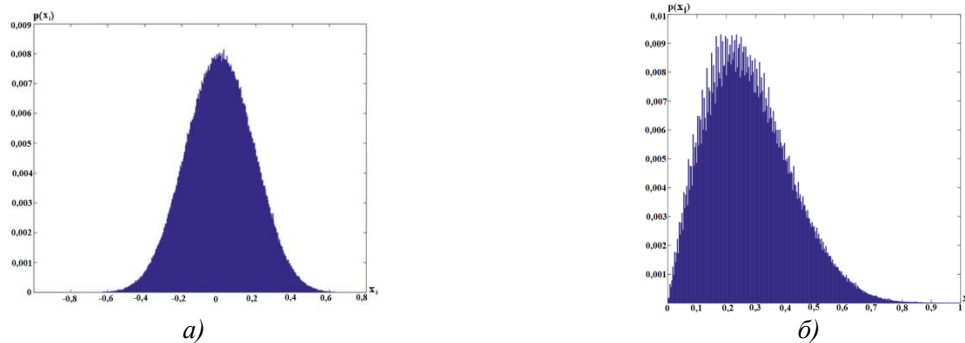


Рис. 1. Гістограми вибірки сигналу завади: а) миттєвих значень шуму; б) значень обвідної шуму

Розраховані значення ентропійного коефіцієнту якості шуму обвідної для досліджуваного генератора завод становили 0,01-0,02, що суперечить даним експлуатаційної документації на генератор завод [9].

В джерелах [8, 9] аналізується визначення коефіцієнта якості шуму на основі моментної ідентифікації закону розподілу випадкової величини. Знаходження моментного коефіцієнту якості шуму передбачає виконання таких етапів:

- визначення центральних моментів другого  $\mu_2$ , третього  $\mu_3$  та четвертого  $\mu_4$  порядків для вибірки значень захисної завади;
- обчислення коефіцієнтів асиметрії  $A$  та ексцесу  $E$  (6):

$$A = \mu_3 \cdot \mu_2^{-\frac{3}{2}} \text{ та } E = \mu_4 \cdot \mu_2^{-2} - 3 \quad (6)$$

- обчислення коефіцієнта якості шуму за формулою (7):

$$\theta = 1.06987 + 3E - 1.561 \ln[\exp(2E) + 0.037 \exp(0.23 \exp(3.43|A|))] \quad (7)$$

Результати визначення моментного коефіцієнта якості шуму  $\theta$ , отримані в публікаціях [8, 9], наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення моментного коефіцієнта якості шуму, визначені експериментально			
Модель генератора	Коефіцієнт асиметрії $A$	Коефіцієнт ексцесу $E$	Коефіцієнт якості шуму $\theta$
Волна-4P [8]	0,15	0,33	0,83
	0,12	0,31	0,85
Дельта-7 [8]	0,08	0,29	0,91
	0,05	0,25	0,93
Не вказано [9]	0,0119	-0,1219	0,9936



Аналіз даних таблиці 1 показує, що чим ближче значення коефіцієнта якості завади до 1, тим ближчий за своїми характеристиками шумовий сигнал до білого шуму. Такий висновок випливає з того, що нормальний закон розподілу ідентифікується нульовими значеннями коефіцієнтів асиметрії  $A$  та ексцесу  $E$  [5-7] (чим меншим є відхилення значень коефіцієнтів  $A$  та  $E$  від нуля, тим кращим є наближення емпіричного закону розподілу до нормального).

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Оскільки практичні дослідження [8, 9] свідчать, що методика визначення коефіцієнту якості шуму на основі коефіцієнтів асиметрії  $A$  та ексцесу  $E$  (моментна ідентифікація розподілу) дозволяє отримувати більш коректні результати, надалі в цій статті проводиться детальний аналіз особливостей визначення моментного коефіцієнта якості шуму (далі по тексту коефіцієнт якості шуму).

Першим практичним аспектом визначення коефіцієнта якості шуму є отримання вибірки захисної завади в відповідному середовищі її поширення. На цьому етапі необхідно провести реєстрацію вибірки значень напруженості електромагнітного поля захисної завади або значень напруги (струму) заводового сигналу в електропровідних лініях. Структурно схема вимірювання повинна складатися з засобу вимірювальної техніки (ЗВТ), здатного реєструвати необхідну фізичну величину (аналізатор спектра, вимірювальний приймач, селективний вольтметр, осцилограф) та датчика фізичної величини (вимірювальна антена, трансформатор струму, пробник напруги, осцилографічний щуп). Основною вимогою до сформованого таким чином вимірювального каналу буде широка полоса пропускання та лінійна амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) вимірювального тракту. Використання ЗВТ з полосою пропускання вужчою за ширину спектра завади чи нелінійним вимірювальним трактом призводить до спотворення статистичних характеристик захисної завади та, як наслідок, до похибок при визначенні значень показника якості шуму. В загальному полоса пропускання вимірювального тракту повинна бути в 3-5 разів більша за ширину спектра завади. В статті [8] запропоновано схему вимірювання, яка передбачає реєстрацію напруженості електромагнітного поля захисної завади з використанням антени, що підключається до цифрового осцилографа (ЦО). Такий підхід дійсно забезпечує широку полосу пропускання вимірювального каналу. Проте, в той же час, при підключенні антени до ЦО отримуємо вимірювальний тракт з нелінійною АЧХ. В цілому підключення до ЦО антени для зняття вибірок напруженості електромагнітного поля захисної завади [8] не допускається у зв'язку з низькою точністю такого методу вимірювання, що обумовлюється наступними причинами:

1. Вимірювальний тракт сформований з ЦО та антени є нелінійним. Це пов'язано з нелінійністю АЧХ антени. Ефект нелінійності особливо виражений у активних широкополосних вимірювальних антен. Крім того, в сучасних ЦО не передбачена можливість запису в пам'ять коефіцієнтів калібрування антени та автоматичного їх врахування в процесі вимірювання (коефіцієнти калібрування індивідуальні для кожної антени). Щодо вимірювань в електропровідних лініях, то вимірювальні тракти типу «ЦО – трансформатор струму» чи «ЦО – пробник напруги» будуть також має нелінійну АЧХ.

2. Навіть у випадку проведення вимірювань в безеховій екранованій камері антена буде приймати суперпозицію електромагнітних полів, що утворюється за рахунок складання поля захисної завади з полями від функціональних вузлів ЗВТ. Проведення вимірювань за межами екранованої камери із-за суперпозиції електромагнітного поля завади ще з більшою кількістю сторонніх електромагнітних полів взагалі не має сенсу. Як результат, оцінка статистичних властивостей завади буде проведена не для електромагнітного поля заводового сигналу, а для поля утвореного за рахунок процесу суперпозиції з сторонніми полями.

3. Згідно до вимог законодавства ЗВТ, що використовуються в сфері технічного захисту інформації, проходять метрологічну повірку або калібрування [10]. ЦО повіряють (калібрують) виключно у складі з осцилографічними щупами. Тобто використання ЦО сумісно з пробниками напруги, трансформаторами струму чи антенами є недопустимим.

Враховуючи наведене вище, в ході досліджень для знаходження значень коефіцієнта якості шуму використовувався вимірювальний каналу типу «ЦО – осцилографічний щуп». Для реєстрації вибірки захисної завади осцилографічний щуп підключався до вихідного тракту генератора завод в точках підключення антени чи іншого функціонального елемента генератора, призначеного для введення сигналу захисної завади в відповідне середовище поширення. Зважаючи на те, що робота ЦО базується на дискретизації з високою частотою вхідного сигналу, отримана таким чином вибірка сигналу завади буди являти собою дискретну випадкову величину. Далі за формулами (6), (7) розраховувався коефіцієнт якості шуму.

У жодному з джерел [8, 9] не розглядалося питання щодо обґрунтування необхідної тривалості інтервалу часу, для якого визначатиметься коефіцієнт якості шуму. Цілком зрозуміло, що сигнал завади

повинен за своїми характеристиками бути близьким до білого шуму для часових інтервалів, тривалість яких не повинна бути більшою від тривалості мінімальних структурних елементів інформаційного сигналу. Позначимо тривалість вибірки сигналу завади  $T_N$ , а тривалість мінімального структурного елемента інформаційного сигналу  $T_E$ . Тоді для оцінки стабільності характеристик генератора в часі потрібно за допомогою ЦО зареєструвати вибірку сигналу завади в  $k$  раз тривалішу в порівнянні з  $T_E$ , а саме:

$$k = \frac{T_N}{T_E}. \quad (8)$$

Чим більшим буде тривалість вибірки сигналу завади  $T_N$ , тим більшою буде кількість ділянок завади  $k$ , що підлягають оцінці. Також із збільшенням  $k$  можливо оцінити стабільність роботи генератора завад (коефіцієнт якості шуму визначається  $k$  раз для  $k$  інтервалів тривалістю  $T_E$ ). Захищеність інформації забезпечується, якщо для кожного  $i$ -го інтервалу часу значення коефіцієнту якості шуму буде допустимим. Мінімальне значення коефіцієнту якості шуму з  $k$  можливих значень приймається як гарантоване значення коефіцієнту якості шуму генератора завад.

Також дуже важливо враховувати, що тривалість мінімального структурного елемента інформаційного сигналу  $T_E$  буде залежати від виду кодування інформаційного сигналу.

Розглянемо в якості прикладу підбір тривалості вибірки сигналу завади  $T_N$  для інформативного сигналу інтерфейсу USB 2.0 [11] та покажемо, що тривалість мінімального структурного елемента інформаційного сигналу  $T_E$  буде залежати від властивостей його кодування. Специфікація інтерфейсу USB 2.0 передбачає використання лінійного коду NRZI (Non Return to Zero Invert). Для коду NRZI потенціал для кодування поточного біта, залежить від потенціалу, що використовувався для кодування попереднього біта. Якщо поточний біт має значення 0, то поточний потенціал являє собою інверсію потенціалу попереднього біта, незалежно від його значення. Якщо ж поточний біт має значення 1, то поточний потенціал повторює попередній. Додатково в інтерфейсі USB 2.0 передбачено, що при передачі в пакеті даних шести одиниць підряд обов'язково вставляється нульовий біт, незалежно від того, яке значення має біт, що слідує за групою одиниць (запобігає розсинхронізації передавача та приймача, так звана техніка «bit stuffing»). В результаті використання коду NRZI тривалість імпульсів інформаційного сигналу може бути більшою від тривалості мінімального структурного елемента інформаційного сигналу  $T_E$  інтерфейсу USB 2.0 (тривалість біта). (рис. 2).

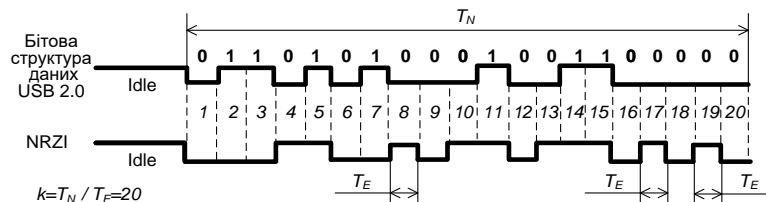


Рис. 2 Приклад інформативного сигналу інтерфейсу USB 2.0

Для визначення коефіцієнту якості шуму використовувалася осцилограма сигналу завади зображена на рис. 3. За формою приведеної на рис. 3 осцилограми однозначно можна стверджувати, що це не білий шум (значна кількість провалів та піків сигналу).

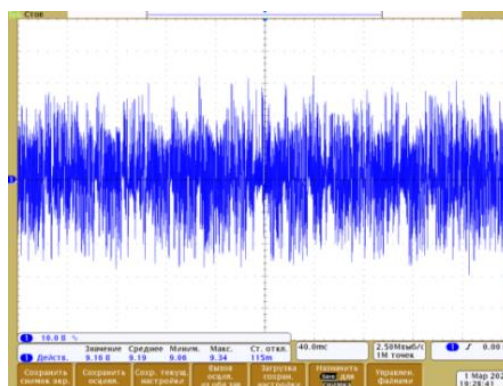


Рис. 3 Осцилограма сигналу завади

Результати визначення коефіцієнта якості шуму для осцилограми сигналу завади з рис. 3 наведено в табл. 2 (кожна -та ділянка осцилограми мала індивідуальне значення коефіцієнта якості шуму  $\theta$ , проте з метою впорядкування результатів вимірювань фіксувалися лише мінімальне (стовбець 4 табл. 2) та максимальне (стовбець 7 табл. 2) значення).

Таблиця 2

**Розраховані значення коефіцієнта якості шуму**

Параметри розбиття вибірки на $k$ ділянок			Ймовірнісні параметри окремої ділянки осцилограми завади					
Тривалість однієї ділянки $T_N/k$ , с	Кількість точок вибірки в окремій -тій ділянці	Загальна кількість ділянок $k$	Найгірша ділянка з $k$ можливих			Найкраща ділянка з $k$ можливих		
			Мінімальний коефіцієнт якості шуму $\theta$	Коефіцієнт асиметрії $A$	Коефіцієнт ексцесу $E$	Максимальний коефіцієнт якості шуму $\theta$	Коефіцієнт асиметрії $A$	Коефіцієнт ексцесу $E$
1	2	3	4	5	6	7	9	10
2.097	$2^{19}$	19	0.978	-0.013	-0.3	0.99	-0.011	-0.186
1.049	$2^{18}$	38	0.974	-0.042	-0.303	0.993	-0.0009	-0.141
0.524	$2^{17}$	76	0.967	-0.083	-0.312	0.994	-0.026	-0.085
0.262	$2^{16}$	152	0.94	-0.037	-0.494	0.998	-0.012	-0.02
0.131	$2^{15}$	305	0.925	-0.212	-0.393	0.999	-0.0004	0.057
0.066	$2^{14}$	610	0.84	-0.388	-0.394	0.999	0.002	-0.007
0.033	$2^{13}$	1220	0.694	-0.539	-0.324	0.999	-0.003	0.102
0.016	$2^{12}$	2441	-3.878	1.105	1.963	0.998	-0.008	0.004
$8.2 \times 10^{-3}$	$2^{11}$	4882	-36.577	1.442	2.566	0.999	0.007	0.071

На основі даних табл. 2 (стовбці 1 та 4) можна зробити висновок, що при зменшенні часу вибірки заводового сигналу можливо виявити ділянки захисної завади, що мають закон розподілу відмінний від нормального. Аномальні від'ємні значення коефіцієнта якості шуму (дві останні комірки стовбця 4 табл. 2) пояснюються значним відхиленням значень коефіцієнта асиметрії та ексцесу від нуля (як зазначалося для нормального закону  $A = 0$  та  $E = 0$ ). Якісно ступінь відхилення емпіричного закону розподілу значень вибірки захисної завади від нормального для  $\theta = -36.577$  можна оцінити за формою гістограми ймовірностей (рис. 4).

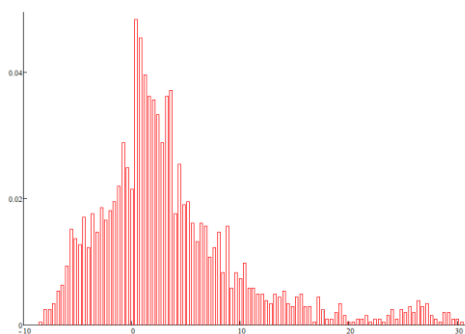


Рис. 4 Гістограма для ділянки осцилограми захисної завади з найгіршими характеристиками

Таким чином сигнал завади, що досліджувався, неможливо використовувати для захисту сигналу інтерфейсу USB 2.0. Згідно специфікації [11] інтерфейс USB 2.0 має такі режими роботи: high-speed (HS) тривалість бітового інтервалу (біта)  $2,083 \times 10^{-9}$ с; full-speed (FS) –  $83,3 \times 10^{-9}$ с; low-speed (LS) –  $666,7 \times 10^{-9}$ с. Оскільки при  $\theta = -36.577$  тривалість ділянки захисної завади складала  $8.2 \times 10^{-3}$ с маємо: для режиму HS незахищеними залишилися  $3.9 \times 10^6$  бітових інтервалів; для режиму FS – 98439 бітових інтервалів; для



режиму LS – 12 299 бітових інтервалів. Всього таких ділянок тривалістю  $8,2 \times 10^{-3}$  в захисній заваді було 355 з 4 882 можливих.

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Активний спосіб захисту інформації від витoku каналами побічних електромагнітних випромінювань та наведень досить широко використовується на об'єктах інформаційної діяльності. При цьому є надзвичайно актуальним завдання щодо своєчасного та ефективного контролю параметрів та характеристик електромагнітної завади. Одним з досить важливих параметрів та складних щодо визначення є коефіцієнт якості шуму. Проведене дослідження засвідчило необхідність удосконалення методичних підходів до визначення коефіцієнта якості шуму. Зокрема є необхідним вирішення наступних завдань:

- обґрунтування коректного інтервалу часу для знаходження коефіцієнта якості шуму з врахуванням властивостей сигналів сучасних електричних інтерфейсів;
- визначення достатньої величини вибірки миттєвих значень сигналу завади;
- встановлення коректного зв'язку коефіцієнта якості шуму з ентропією сигналу завади;
- розглянути можливість використання вимірjовальних трактів типу «селективний ЗВТ – антена» та «селективний ЗВТ – трансформатор струму».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ivanchenko, S. O., et al. (2016). *Technical channels of information leakage and procedures for creating technical information protection systems*. Institute of Special Communication and Information Protection, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute".
2. Administration of the State Service of Special Communications and Information Protection of Ukraine. (2012). *ND TZI 1.5-002-2012 Classifier of technical information protection means*.
3. State Committee of Ukraine for Standardization, Metrology and Certification. (1996). *DSTU 3396.1-96. Information protection. Technical information protection. Procedure for conducting works*.
4. State Committee of Ukraine for Standardization, Metrology and Certification. (1997). *DSTU 3396.2-97. Information protection. Technical information protection. Terms and definitions*.
5. Babak, V. P., et al. (2003). *Fundamentals of probability theory and mathematical statistics*. KVIC Publishing House.
6. International Organization for Standardization. (1997). *ISO 5479:1997. Statistical interpretation of data-Tests for departure from the normal distribution*. ISO.
7. National Standardization Body of Ukraine. (2009). *DSTU ISO 5479:2009. Statistical processing of data. Tests for departure from the normal distribution*.
8. Prokofiev, M., et al. (2015). Evaluation of the quality coefficient of noise interference in active information protection systems. *Legal, Regulatory and Metrological Support of Information Protection Systems in Ukraine, 1*(29), 15-20.
9. Davydenko, A. M. (Ed.). (2023). *Current issues of cybersecurity and information protection*. European University.
10. Verkhovna Rada of Ukraine. (2014). *On metrology and metrological activity* (Law of Ukraine No. 1314-VII of June 5, 2014). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18>
11. Universal Serial Bus Implementers Forum. (2000). *Universal Serial Bus specification revision 2.0*. USB-IF.

**Larysa Kriuchkova**

Doctor of technical sciences, professor

Professor of the Volodymyr Buriachok Department of Information and Cyber Security

Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0000-0002-8509-6659

l.kriuchkova@kubg.edu.ua

**Ruslan Bobro**

Researcher

State research institute of cyber security and information protection, Kyiv, Ukraine

ORCID: 0009-0004-8663-596x

bobruslan@gmail.com

**METHODOLOGICAL APPROACHES TO DETERMINING THE NOISE QUALITY FACTOR**

**Abstract.** The intensive use of various types of information processing equipment in all spheres of human activity has become commonplace today. At the same time, the operation of any information processing equipment leads to the emergence of a certain set of information leakage through technical channels. One of the most common types of information leakage through technical channels is the channel formed due to compromising emanations and electromagnetic interference (TEMPEST). To prevent information leakage through these technical channels, passive or active protection measures are employed. A combination of passive and active information protection measures may also be applied. Passive protection involves complete electromagnetic shielding of premises and/or information processing equipment, partial shielding of individual components of the equipment, shielding of electrical circuits directly connected to the equipment, and installation of filters in these circuits. Active information protection measures are implemented through the use of generators producing radiated and conducted electromagnetic masking noise. From a practical perspective, active information protection offers several advantages over passive protection, namely: information processing equipment employing passive protection has larger overall dimensions and greater weight; in the case of electromagnetic shielding, ensuring adequate cooling of internal functional units becomes more challenging; modernization of information processing equipment employing passive protection (integration of new components from other manufacturers with different mechanical designs or incorporation of components supporting new interfaces) generally requires modification of the electromagnetic shielding structure; electromagnetic shielding structures invariably include conductive gaskets and movable structural elements that are subject to wear during equipment operation, resulting in degradation of shielding effectiveness and, consequently, a reduction in the level of information protection. Thus, from the perspective of technological complexity, active information protection is easier to implement than passive protection. In general, for active information protection, the following characteristics and parameters of protective noise generators are standardized: operating frequency range, noise power spectral density, interspectral correlation coefficient, and noise quality factor. From a methodological perspective, one of the most challenging tasks is the determination of the noise quality factor as a parameter of protective noise generators. The purpose of this paper is to systematize and provide an analytical review of methodological approaches to determining the protective noise quality factor and to identify directions for their further improvement.

**Keywords:** information leakage through technical channel; electromagnetic interference generator; probability distribution of a random variable; noise quality factor.

**REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)**

2. Ivanchenko, S. O., et al. (2016). *Technical channels of information leakage and procedures for creating technical information protection systems*. Institute of Special Communication and Information Protection, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute".
3. Administration of the State Service of Special Communications and Information Protection of Ukraine. (2012). *ND TZI 1.5-002-2012 Classifier of technical information protection means*.



4. State Committee of Ukraine for Standardization, Metrology and Certification. (1996). *DSTU 3396.1-96. Information protection. Technical information protection. Procedure for conducting works.*
5. State Committee of Ukraine for Standardization, Metrology and Certification. (1997). *DSTU 3396.2-97. Information protection. Technical information protection. Terms and definitions.*
6. Babak, V. P., et al. (2003). *Fundamentals of probability theory and mathematical statistics.* KVIC Publishing House.
7. International Organization for Standardization. (1997). *ISO 5479:1997. Statistical interpretation of data-Tests for departure from the normal distribution.* ISO.
8. National Standardization Body of Ukraine. (2009). *DSTU ISO 5479:2009. Statistical processing of data. Tests for departure from the normal distribution.*
9. Prokofiev, M., et al. (2015). Evaluation of the quality coefficient of noise interference in active information protection systems. *Legal, Regulatory and Metrological Support of Information Protection Systems in Ukraine, 1(29)*, 15-20.
10. Davydenko, A. M. (Ed.). (2023). *Current issues of cybersecurity and information protection.* European University.
11. Verkhovna Rada of Ukraine. (2014). *On metrology and metrological activity* (Law of Ukraine No. 1314-VII of June 5, 2014). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18>
12. Universal Serial Bus Implementers Forum. (2000). *Universal Serial Bus specification revision 2.0.* USB-IF.

Отримано редакцією журналу / Received: 28.02.26

Прорецензовано / Revised: 05.03.26

Схвалено до друку / Accepted: 25.06.26

