

Зазначений метод через свою математичну природу та простоту використання допускає застосування до статистичних рядів спостережень довільного ієрархічного рівня, включаючи наднаціональний (групи країн), національний, регіональний рівні, а також до динамічних рядів, що характеризують поширення всіляких інфекцій серед різних категорій населення.

#### Література:

1. Альохін О. Б., Брутман А. Б., Грабовий О. М, Шабельник Т. В. Оцінка інформативності індикаторів стану та тенденцій розвитку епідемії від COVID-19. *Вплив COVID-19 на національну безпеку, соціально-економічне середовище країни та здоров'я населення* : монографія / за заг. ред. А. В. Височиної, Н. Є. Летуновської. Суми : СумДУ, 2022. С. 50-63.
2. Центр громадського здоров'я МОЗ України. (nd). *Коронавірусна інфекція COVID-19*. URL: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/koronavirusna-infekciya-covid-19>.
3. Worldometer. (nd). *COVID-19 coronavirus pandemic*. URL: <https://www.worldometers.info/coronavirus/>.
4. NSDC of Ukraine. *Coronavirus epidemic monitoring system*. URL: <https://covid19.nmbo.gov.ua/>, <https://coronavirus.jhu.edu/>.
5. WHO. *Coronavirus (COVID-19) Dashboard*. URL: <https://covid19.who.int/>.
6. Wu, K., Darcet, D., Wang, Q., & Sornette, D. Generalized logistic growth modeling of the COVID-19 outbreak: comparing the dynamics in the 29 provinces in China and in the rest of the world. *Nonlinear dynamics*, 2020. 101(3), 1561-1581. doi:10.1007/s11071-020-05862-6.

УДК 004.056.55: 519.876.5

**Мартинюк Г.В.,**

кандидат технічних наук, доцент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій

**Мартинайтус Є.О.,**

заступник начальника центру - начальник 1 відділу 4 центру ТЗІ ДержНДІ технологій кібербезпеки

#### АНАЛІЗ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ЯКОСТІ ШУМУ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРІВ РОЖЕВОГО ШУМУ

У сучасному світі з наростаючими обсягами оброблюваних даних зростає і кількість мовної інформації у державних установах і на підприємствах, у процесі проведення різноманітних нарад, конференцій, зборів, засідань тощо. Для запобігання витоку інформації під час таких нарад, необхідно забезпечувати гарантований захист відомостей, який можна організувати з використанням активних засобів, наприклад, за допомогою генераторів маскуючого шуму. Розробці та дослідженню різних методів обробки та захисту мовної інформації, а також визначенню розбірливості мовних повідомлень як основного показника їхньої захищеності присвячено велику кількість робіт, наприклад [1-6]. Проте необхідно пам'ятати, що зашумлений інформативний сигнал може бути підданий

фільтрації і у разі неякісного маскуванню зловмисник отримає доступ до відомостей, що захищаються. Тому виникає завдання, пов'язане з оцінкою якості шумового сигналу, що породжується засобами активного захисту.

Ефективний захист конфіденційної мовної інформації генераторами маскуючого шуму є досить важливим завданням для більшості державних та комерційних установ. Тим не менш, в даний час немає єдиного підходу до оцінки якості маскуючих шумів для зашумлення мовної інформації, а існуючі методики потребують серйозного доопрацювання.

**Методика визначення коефіцієнта якості шуму з використанням коефіцієнтів асиметрії та ексцесу** була розроблена для оцінки якості електромагнітного поля шуму, проте авторами була проведена спроба використання її для генераторів рожевого шуму, які використовуються для активного маскуванню мовного сигналу. Методика заключається в наступному [7]:

1. Отримання вибірки шумового сигналу у дискретній формі.
2. Визначення математичного сподівання  $m_1$  отриманої вибірки.
3. Розрахунок другого  $m_2$ , третього  $m_3$  та четвертого  $m_4$  центральних моментів.

4. Визначення розрахункових значень коефіцієнту асиметрії  $\gamma_a = \frac{m_3}{\sqrt{m_2^3}}$  та

коефіцієнту ексцесу  $\gamma_e = \frac{m_4}{m_2^2} - 3$  досліджуваної вибірки.

5. Визначення коефіцієнта якості шуму за формулою

$$\Theta = 1.06987 + 3\gamma_e - 1.56 \ln \left( e^{2\gamma_e} + 0.037e^{0.23e^{3.4|\gamma_e|}} \right)$$

Згідно з даною методикою, коефіцієнт якості шуму повинен бути в межах від 0,8 до 1,0. Авторами були проведені експериментальні дослідження з генераторами рожевого шуму різних торгових марок, а також проводився експеримент над генераторами, побудованими за допомогою псевдовипадкової послідовності чисел, реалізованої у програмному середовищі Python. Результати для всіх вибірок розміром 10 с (441000 відліків) дали результати по коефіцієнту якості шуму в межах 0,99.

**Методика визначення ентропійного коефіцієнту якості.** У ряді робіт [8-9], замість знаходження коефіцієнту якості шуму, описаного вище, пропонується знаходити ентропійний коефіцієнт якості шуму. Ентропія дозволяє оцінити маскуючі властивості сигналів завади безвідносно до конкретних способів їх прийому і обробки. Завдання вибору максимально ефективної завади зводиться до визначення такого розподілу завади, при якому при заданих статистичних властивостях сигналу відтворена інформація засобами технічної розвідки була б мінімальною.

Обчислення ентропії зводиться до побудови гістограми розподілу щільності ймовірностей  $p(x_i)$ , після чого необхідно використати формулу

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

де  $p(x_i)$  - ймовірність потрапляння елементу вибірки до  $i$ -го діапазону гістограми,  $n$  - кількість діапазонів гістограми

Ентропійний коефіцієнт якості шуму знаходиться за формулою  $\gamma = \frac{e^{2H(x)}}{2\pi e}$ .

Ентропійний коефіцієнт якості шуму повинен не перевищувати 1, проте, в ході проведення досліджень з різними генераторами рожевого шуму, автори пересвідчилися, що використовуючи формулу (1) для знаходження ентропії, ентропійний коефіцієнт якості перевищує одиницю в сотні разів, що унеможлиблює використання даної формули. Тому було прийнято рішення використати іншу формулу для знаходження ентропії.

Враховуючи те, що в рамках дослідження використовувалися генератори рожевого шуму, то необхідно відзначити, що рожевий шум підпорядкований нормальному закону розподілу, отже ентропію за формулою (1) можна замінити на знаходження ентропії для нормального гаусового розподілу, що має вигляд

$$H(x) = \ln\left(\sqrt{2\pi e\sigma^2}\right), \quad (2)$$

де  $\sigma^2$  - дисперсія вибірки.

Використовуючи для знаходження ентропійного коефіцієнту якості шуму формулу (2), автори пересвідчилися, що для генераторів рожевого шуму різних торгових марок даний коефіцієнт знаходиться також в межах 0,99.

**Методика визначення ентропійного коефіцієнту якості розподілу огинаючої шумового сигналу.** Дана методика подібна до попередньої, але ентропія знаходиться не для вибірки генератора шуму, а для вибірки огинаючої генератора шуму, яка повинна бути підпорядкована розподілу Релея. Алгоритм визначення коефіцієнту якості наступний [4]:

1. Знаходження огинаючої шумового сигналу.
2. Побудова гістограми закону розподілу огинаючої шумового сигналу.
3. Знаходження ентропії  $H_0$  закону розподілу огинаючої за формулою (1).
4. Знаходження параметру еталонного розподілу Релея  $r$  за формулою

$\frac{\mu_2^0}{2r^2} + \ln r = M[\ln x] + 1 + \frac{\gamma}{2} - \ln\sqrt{2}$ , де  $\mu_2^0$  - другий момент закону розподілу огинаючої шумового сигналу;  $M[\ln x]$  - математичне сподівання натурального логарифму значень огинаючої шумового сигналу,  $\gamma$  - константа Ейлера.

5. Знаходження ентропії еталонного розподілу Релея за формулою

$$\hat{H} = 1 + \frac{\gamma}{2} + \ln\left(\frac{r}{\sqrt{2}}\right)$$

6. Знаходження ентропійного коефіцієнта якості розподілу огинаючої шумового сигналу за формулою  $\eta = e^{H_0 - \hat{H}}$ .

Провівши ряд експериментів за даною методикою, автори отримали ентропійний коефіцієнт якості розподілу огинаючої шумового сигналу близький до нуля. Хоча за графічним тестом можна чітко побачити, що гістограма огинаючої шумового сигналу має закон розподілу Релея, отже, за логікою, даний коефіцієнт повинен бути наближений до 1.

Проаналізувавши існуючі на сьогодні методики оцінки коефіцієнту якості шуму, автори дійшли висновку, що вони потребують доопрацювання. Крім того, автори вважають, що для більш детальної оцінки маскувальних ознак генераторів рожевого шуму недостатньо знаходити тільки коефіцієнт якості шуму, необхідно

вводити також й інші оцінки для більш детального обґрунтування доцільності використання того чи іншого генератора рожевого шуму на практиці.

#### **Література:**

1. Засоби активного захисту мовної інформації з акустичними та віброакустичними джерелами випромінювання. Класифікація та загальні технічні вимоги. Рекомендації. НД ТЗІ Р-001-2000.
2. Рубичев Н. А. Оценка и измерение искажений радиосигналов. - М.: «Советское радио», 1978. – 168 с.
3. Прокофьев М. Оцінювання коефіцієнта якості шумової завади в системах активного захисту інформації / М. Прокофьев, В. Куліш, М. Ващенко, В. Дворський, В. Стеченко, А. Тодоренко // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – 2015. – Вип. 1 (29). – С. 15-20.
4. Железняк В.К. Защита информации от утечки по техническим каналам: учебное пособие / В. К. Железняк; ГУАП. – СПб., 2006. – 188 с.
5. Гаврилов И.В. Методика оценивания качества маскирующего шума // Труды СПИИРАН. – 2015. – Вып. 6(43). – С. 179-190.
6. Хорев, А.А. Способы защиты объектов информатизации от утечки информации по техническим каналам: пространственное электромагнитное зашумление// Специальная техника. – М.: 2012. – № 6. – С. 37 – 57.
7. Горяинов В. Т., Журавлев А. Г., Тихонов В. И. Примеры и задачи по статистической радиотехнике. – М.: «Советское радио», 1970. – 600 с/
8. Дмитриев В. И. Прикладная теория информации. – М.: Высшая школа, 1989. – 320 с.
9. Куприянов А. И., Сахаров А. В. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы. – М.: Вузовская книга, 2007. – 470 с.

УДК 004.891.3:656.11

**Мнацаканян М.С.,**

кандидат технічних наук, доцент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій

#### **МЕТОДОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ ЯКІСНИМ СТАНОМ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ**

Сучасна практика розподілу ресурсів в організаційних системах міського транспортного комплексу є результатом невідповідності існуючої методології підтримки прийняття рішень при управлінні якісним станом складних об'єктів. Вирішити цю проблему в рамках існуючих теоретико-методологічних підходів не представляється можливим, що призводить до втрат як в міському транспортному комплексі, так і в суміжних галузях.

Спроби вийти з них в проблемній ситуації за допомогою використання існуючих систем підтримки прийняття управлінських рішень є частковими, тимчасовими або обмеженими по ряду причин, серед яких необхідно відзначити високу вартість отримання інформації про початковий стан об'єкта, велика кількість важко формалізованої вербальної інформації щодо його