

**CONFERENCE PROCEEDINGS**

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**infoCom** advanced solutions **2026**

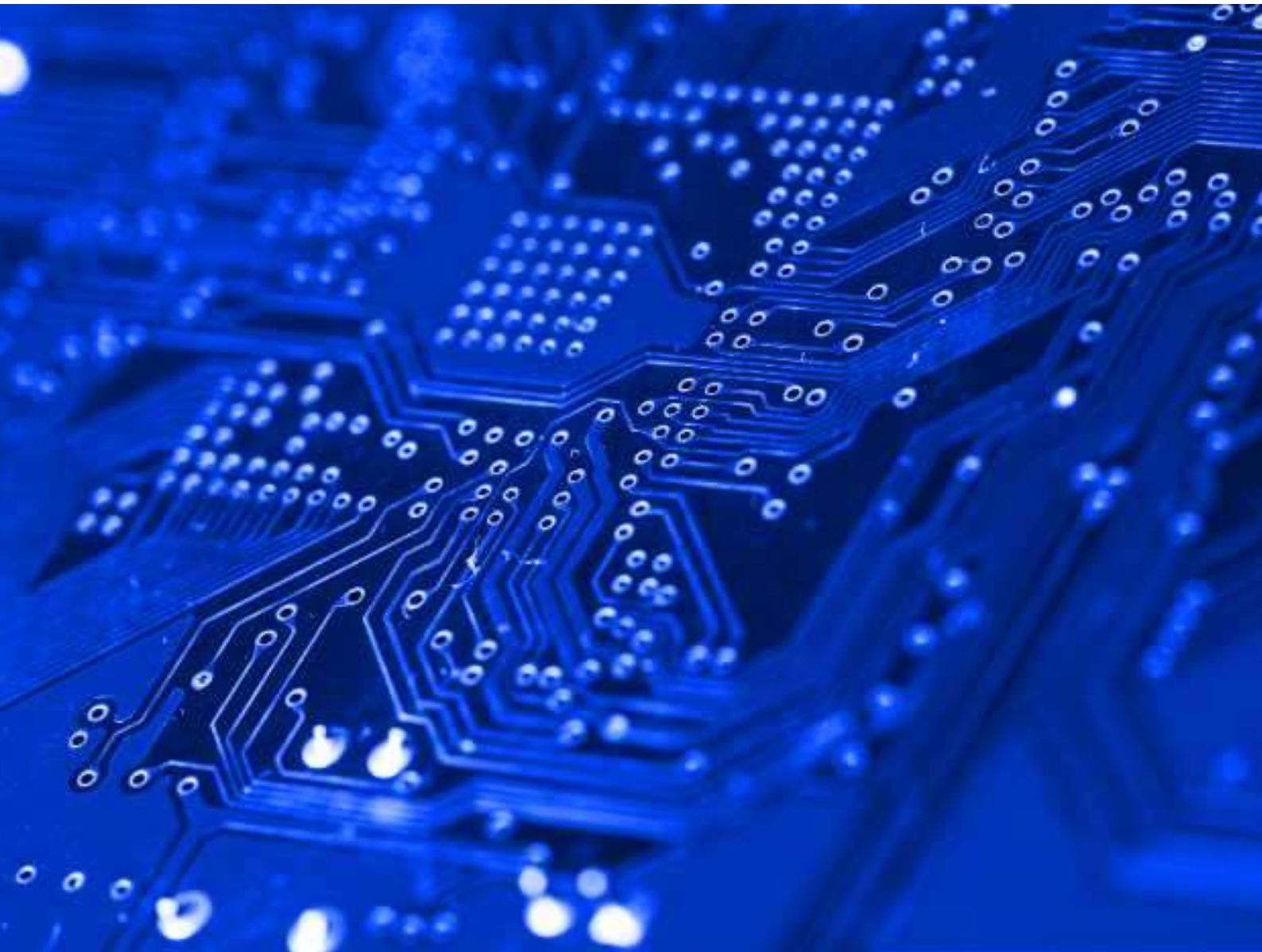
**XIV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
З ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

# **InfoCom Advanced Solutions 2026**

**14th INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE  
ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES**

**21–22 квітня 2026 року  
Україна, Київ**

**April 21–22, 2026  
Ukraine, Kyiv**



Міністерство освіти і науки України  
Факультет інформатики та обчислювальної техніки  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

# **INFOCOM ADVANCED SOLUTIONS 2026**

**МАТЕРІАЛИ**

ЧОТИРНАДЦЯТОЇ МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
З ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
*21–22 квітня 2026 р., Київ*

**PROCEEDINGS**

OF THE FOURTEENTH INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE  
ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES  
*April 21–22, 2026, Kyiv*

## УДК 004

XIV міжнародна науково-практична конференція з інформаційних систем та технологій — «INFOCOM ADVANCED SOLUTIONS 2026» (Київ, 21–22 квітня 2026 р.): зб. праць / за заг. ред. О. І. Роліка, С. Ф. Теленика; уклад. Л. В. Рибачук. — Київ: Кафедра інформаційних систем та технологій, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. — 191 с. — Режим доступу: <http://ist.kpi.ua/wp-content/uploads/2026/05/infocom-advanced-solutions-2026.pdf>

### *Редакційна колегія:*

О. І. Ролік, д. т. н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна, Київ  
С. Ф. Теленик, д. т. н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна, Київ

### *Редактор та укладач:*

Л. В. Рибачук, к. ф.-м. н., доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна, Київ

### *Програмний комітет:*

Голова: проф. Олександр Ролік, Україна

Члени: проф. Łukasz Ścisło, Польща  
проф. Zbigniew Kokosiński, Польща  
проф. Benjamin Reed, США  
Leonid Kuhn, Німеччина  
проф. Durmuş Özdemir, Туреччина  
проф. Сергій Стіренко, Україна  
проф. Сергій Теленик, Україна  
проф. Анатолій Дорошенко, Україна  
член-кор. НАН України. Леонід Гуляницький, Україна  
проф. Віталій Снитюк, Україна  
проф. Едуард Жаріков, Україна

Наказ ректора КПІ ім. Ігоря Сікорського № НОД/134/26 від 25 лютого 2026 р.

Усі права застережено. Передруки та переклади дозволяються лише за згодою автора та редакції. За достовірність фактів, цитат, назв та іншої інформації несуть відповідальність автори. Редакційна колегія дотримується прийнятих міжнародною спільнотою принципів публікаційної етики, відображених, зокрема, у рекомендаціях Комітету з етики наукових публікацій (Committee on Publication Ethics, COPE), а також враховує досвід авторитетних міжнародних видавництв.

Щоб уникнути недобросовісної практики у публікаційній діяльності (плагіат, виклад недостовірних відомостей тощо) та забезпечити високу якість наукових публікацій, ми впроваджуємо суворі стандарти перевірки результатів. Кожен член редакційної колегії, автор, рецензент, видавець, а також установи, які беруть участь у видавничому процесі, зобов'язані дотримуватися етичних норм і вживати заходів для запобігання їхнім порушенням. Дотримання правил етики сприяє забезпеченню прав авторів на інтелектуальну власність, підвищенню якості видання та усуненню можливості неправомірного використання матеріалів.

Сайт кафедри інформаційних систем та технологій: <https://ist.kpi.ua/uk/>

# *Development and extended validation of the acoustic-based method for internal combustion engines malfunctions detection*

Artem Sieriebriakov<sup>1</sup>, Volodymyr Taranukha<sup>1</sup>, Oleksandr Bushma<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Information Technologies and Systems of National Academy of Science of Ukraine,

<sup>2</sup> Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University

Kyiv, Ukraine

<sup>1</sup> sier.artem1002@outlook.com

**Abstract.** A resource-efficient semi-analytical approach to acoustic-based detection of mechanical faults in rotating machinery is proposed and tested. The method produces a compact signal portrait by detecting dominant salient-frequency peaks over time followed by associated statistical metrics. Validation using engines recordings shows better class separation and lower computational overhead than Empirical Mode Decomposition, indicating the method's suitability for resource-constrained monitoring.

**Keywords:** acoustic signal, mechanical system, Internet of Things

## *Розроблення та розширена апробація методу виявлення поломок двигунів внутрішнього згорання за аудіосигналами*

Серебряков Артем Костянтинович<sup>1</sup>, Тарануха Володимир Юрійович<sup>1</sup>, Бушма Олександр Володимирович<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут інформаційних технологій та систем Національної академії наук України

<sup>2</sup> Київський столичний університет імені Бориса Грінченка

Київ, Україна

<sup>1</sup> sier.artem1002@outlook.com

**Анотація.** Запропоновано та апробовано ефективний напіваналітичний підхід до виявлення механічних несправностей обертових механізмів за акустичними сигналами. Метод формує компактний портрет сигналу, виявляючи домінуючі піки на характерних частотах, та обчислює його статистичні показники. Експерименти на записах двигунів показали кращу роздільність класів і менші обчислювальні витрати порівняно з емпіричною модовою декомпозицією, що свідчить про придатність методу для моніторингу в умовах обмежених обчислювальних ресурсів.

**Ключові слова:** акустичний сигнал, механічна система, Інтернет речей

### ВСТУП

Розпізнавання джерел акустичних сигналів в механічних системах є критично важливою складовою засобів діагностики стану промислового обладнання, дає змогу своєчасно виявляти аномалії й запобігати аваріям, знижуючи

непередбачувані простой та підтримуючи ефективність роботи різних пристроїв [1]. Акустичний моніторинг надає змогу отримати актуальну інформацію про стан системи, оскільки звукові сигнали можуть передавати багатовимірні дані про зміни режиму тертя, ударів або резонансних явищ у реальному часі [2, 3].

Сучасні підходи до діагностування, перш за все на основі нейромереж глибокого навчання, демонструють високу точність класифікації ознак несправностей в обертових механізмах. Водночас у них наявні істотні обмеження, що суттєво ускладнюють їх широке практичне застосування. Такі підходи потребують значних обсягів маркованих даних, отриманих у різних експлуатаційних режимах. Застосування нейромереж мінімального розміру супроводжується порівняно невисокою якістю розпізнавання [4, 5]. Через великий розмір великі нейромережеві моделі є малопридатними для використання на ресурсно-обмежених платформах [6, 7]. Отже, у сфері індустріального Інтернету

речей є потреба у мінімізованій системі, здатній забезпечувати високу якість розпізнавання з достатньою швидкістю.

Запропонований алгоритм Детекції Піків на Границях Циклів (ДПГЦ) призначений для виявлення несправностей у механічних пристроях із двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) за їх аудіосигналами та може бути адаптований до відповідних ресурсоефективних рішень [8].

Метою роботи є розроблення та розширена апробація засобу з мінімізованим споживанням обчислювальних ресурсів для виявлення поломок у механічних пристроях з ДВЗ на основі аналізу акустичних сигналів без застосування нейромереж. Він здатен ефективно працювати у вбудованих системах.

В результаті запропоновано та протестовано новий засіб виділення ознак поломок в механічних пристроях, який простіший та швидший за алгоритм на основі EMD [9] при співмірних функціональних можливостях. Виконано розширену апробацію методу за рахунок додавання записів ДВЗ автомобілів до протестованого датасету ДВЗ мотоциклів.

**МЕТОД ФОРМУВАННЯ ПОРТРЕТІВ**

Розроблений метод базується на гіпотезі, що аудіосигнал є коливальним процесом, породженим механічними елементами об'єкта у різних комбінаціях. Такі коливання, повторюючись протягом достатнього часового інтервалу, розглядаються в якості коливальних режимів, та описуються квазіперіодичною звуковою хвилею. Вважається, що ця хвиля характеризується розподілом її найбільш виражених локальних екстремумів, а їх послідовність надає змогу найкращим чином описати цей коливальний режим.

Блок-схему реалізації методу наведено на рис. 1.

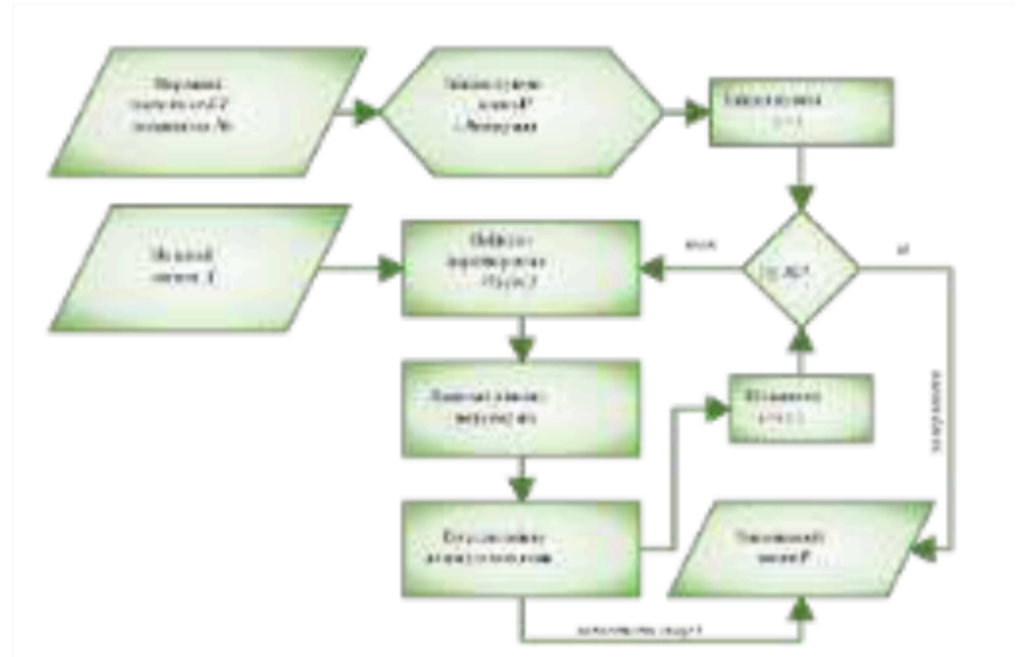


Рис. 1. Блок-схема алгоритму [10].

Аналогічно до [8] обчислюються виражені частоти  $F = \{w_1, w_2, \dots, w_{N_F}\}$  вхідного сигналу  $X$ , із застосуванням віконного перетворення Фур'є. За частотами виконується вейвлет перетворення  $Y_w = W_X(w)$ . Для сусідніх екстремумів, отриманих з  $Y_w$ , обчислюються різниці їх значень та відстані між ними. Для знайдених значень формується список темпів наростання, серед яких за локальним вікном обирається максимальний.

Отримана послідовність доміантних піків для поточної частоти задає моменти часу початку піків та їх оцінені темпи наростання. З неї формується масив  $P$ , який може містити як отримані розподіли піків безпосередньо, так і порашовані з них статистичні портрети – середні значення та

дисперсії. На відміну від ДПГЦ, для формування послідовності за EMD використовується локальний максимум за ковзним вікном.

Було розглянуто повний перелік ознак, а саме: середнє, дисперсія, медіана, медіана абсолютних відхилень, квантиль  $p_{10}$ , квантиль  $p_{90}$ , матсподівання, коефіцієнт варіації, автокореляція з затримкою [11-13].

**РЕЗУЛЬТАТИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ**

Розширене тестування запропонованого підходу виконано за рахунок збільшення датасету [10] додатковими записами роботи двигунів автомобілів. До них було застосовано аналогічну процедуру отримання ознак.

Проаналізовано записи автомобільних ДВЗ з різною кількістю циліндрів та конфігурацією, які використовуються в наступних моделях автомобілів:

- Toyota Tacoma,
- Scion FR-S,
- Renault Clio,
- Ford Focus,
- Volkswagen Golf Mk5,
- Mitsubishi 380,
- Porsche 914.

Також, для кожної моделі автомобіля використано записи відповідних ДВЗ з різними типами поломок, сформованими аналогічно [8].

Результати порівняння портретів справних ДВЗ тренувальної вибірки з сигналами справних та пошкоджених ДВЗ тестової вибірки, які деталізовані для відповідних виражених частот, наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Чисельний експеримент для ДВЗ автомобілів

Виражена частота, Гц	Цілісність ДВЗ	
	Справний	Пошкоджений
440	6.7	137
880	2.0	60
1760	1.5	30
Середньоквадратичне загалом	4.1	88

Отримані результати показують, що запропонований підхід надає змогу чітко розрізнити справні та пошкоджені двигуни автомобілів лише за пороговим критерієм, аналогічно [8]. При цьому середньоквадратичний поріг за результатами експерименту може бути емпірично встановлений на рівні 5. Це забезпечує надійне розпізнавання, оскільки він менше за відповідне значення для пошкодженого двигуна принаймні в 17 разів.

Таким чином показано, що метод Баєса та повний перелік ознак, а саме: середнє, дисперсія, медіана, медіана абсолютних відхилень, квантиль  $p_{10}$ , квантиль  $p_{90}$ , матсподівання, коефіцієнт варіації, автокореляція з затримкою не є необхідними для наявної вибірки записів звуків роботи автомобільних двигунів щодо визначення їх стану.

**ПОРІВНЯННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ШВИДКОДІЇ**

Порівняння швидкодії для відомих алгоритмів виглядає так: DFT ( $O(N^2)$ ), FFT ( $O(N \log N)$ ), STFT ( $O(N \log N)$ ), CWT ( $O(S \cdot N)$  якщо кількість масштабів  $S$  – константне, проте тяжіє до  $O(S \cdot N \log N)$  і у певних реалізаціях до  $O(N \log^2 N)$ ) та EMD/ННТ ( $O(N \log N)$ ). Проте перебір по IMF

для EMD нав'язує додатковий множник, так само як і перебір вікон, тому гранична оцінка  $O(W \cdot S \cdot N \log N)$ , де  $W$  – функція яка визначає як і скільки вікон було обрано та проітеровано).

Як видно з блок-схеми на рис. 1, розроблений алгоритм спирається на FFT та оптимізовану функцію перебору вікон. Для виділення ознак не потрібно аналізувати вглиб по кількості виражених коливальних режимів, проте потрібно перебрати виражені частоти, що заміняє один множник на інший. Кінцева складність оцінюється як  $O(C \cdot N \cdot \log N)$ . В загальному випадку, множник  $C$  матиме інший зміст, ніж у EMD, оскільки буде залежати від глибини аналізу. Результатом є менша часова складність, ніж у EMD, а отже і у будь-якого методу чи критерію на його основі.

#### ВИСНОВКИ

Аналітично протестовано засіб виявлення несправностей у двигунах, коробках передач, трансмісіях та інших подібних механічних рухомих системах за акустичними сигналами. Показано, що новий алгоритм визначення коливальних режимів сигналу та розроблений на його основі метод формування їх портретів є простішим і швидшим за підходи, засновані на EMD. Він забезпечує співмірні можливості для виявлення ознак з метою їх подальшої класифікації та є більш робастним у порівнянні з EMD.

Ефективність методу підтверджено експериментально не лише на аудіозаписах роботи двигунів мотоциклів [10], але і на аудіозаписах роботи двигунів автомобілів.

Запропонований метод може бути застосований для аналізу звукових портретів різних типів двигунів, апаратів, приладів, агрегатів та інших технічних об'єктів з метою визначення характерних коливальних режимів, зокрема:

- тактової частоти роботи двигунів і моторів;
- коливань корпусу, фюзеляжу, крил та інших елементів конструкції;
- інших коливальних процесів, наприклад, частоти звуку тертя рухомих поверхонь.

Крім того, домінантні піки виражених частот можуть бути використані для синхронізації потоків із мікрофонів у задачах локалізації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Z. Ye Review on Sound-Based Industrial Predictive Maintenance: From Feature Engineering to Deep Learning/ Z. Ye, Z. Liu, and H. Wang // Mathematics. –2025. – vol. 13. – is. 11. – pp. 1724.
2. P. Kundu Review of rotating machinery elements condition monitoring using acoustic emission signal // Expert Systems with Applications. –2024. – vol. 252. – pp. 124169

3. H. Wang Fault Diagnosis of Rolling Bearings Based on Acoustic Signals in Strong Noise Environments/ H. Wang and J. Xie// Applied Sciences. –2025. – vol. 15, – is. 3. – pp. 1389
4. Tal Kfir Real-time detection of acoustic anomalies in drone servo motors using edge-based machine learning/ Tal Kfir, Sahar Tuvyahu, Boaz Ben Moshe, and Or Haim Anidjar//Machine Learning with Applications. –2025. –pp. 100755.
5. Uditha Muthumala Comparison of tiny machine learning techniques for embedded acoustic emission analysis/ Uditha Muthumala, Yuxuan Zhang, Luciano Sebastian Martinez-Rau, and Sebastian Bader // In 2024 IEEE 10th World Forum on Internet of Things (WF-IoT), 10-13 Nov. 2024, pp. 444-449.
6. Yi-Cheng Lo An Efficient Anomalous Sound Detection System for Microcontrollers/ Yi-Cheng Lo, Tsung-Lin Tsai, Chieh-Wen Yang, and An-Yeu Wu// Sensors. –2024. –vol. 24. –is.23. –pp.7478.
7. Pourya Ahvazi A High-Precision Voiceprint Recognition for Fault Diagnosis of Motor Bearings through Lightweight Dynamic Convolutional Neural Network/ Pourya Ahvazi, Shadkani, and Hossein Mohammadi// Results in Engineering. –2025. –vol.29. –pp. 108463
8. Volkov O. Compact Acoustic Signal Portraits for Resource-Efficient Mechanical Fault Detection/O. Volkov, O. Bushma, A. Sieriebriakov, V. Taranukha, and Y. Linder// Electronics Letters –2026. –vol.62, –is.1. –pp. e70551.
9. A. Quinn EMD: Empirical Mode Decomposition and Hilbert-Huang Spectral Analyses in Python/ A. Quinn, V. Lopes-dos-Santos, D. Dupret, A. Nobre, and M. Woolrich//The Journal of Open Source Software. –2021. – vol. 6. –is.59. –pp. 2977.
10. Артем Серебряков Тестування ресурсоефективного методу виявлення поломок механічних пристроїв за аудіосигналами/ Артем Серебряков, Володимир Тарануха, Олександр Бушма// Матеріали 3-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні системи та технології: результати і перспективи» (Київ, 10 березня 2026 р.) – Київ, 2026. – С.126-129.
11. Arvind Kumar Hilbert spectrum based features for speech/music classification /Arvind Kumar, Sandeep Singh Solanki, and Mahesh Chandra// Serbian Journal of Electrical Engineering. –2022. –vol.19.2 –p.239-259.
12. M. Amarnath Local fault detection in helical gears via vibration and acoustic signals using EMD based statistical parameter analysis/ M. Amarnath, and IR Praveen Krishna// Measurement. –2014. –vol.58. –p.154-164.
13. A. Ghosal Speech/music classification using empirical mode decomposition/ A. Ghosal, A., Dhara, B. C., & Saha, S. K.// In 2011 second international conference on emerging applications of information technology Feb. 2011. – pp. 49-52. IEEE.