

### Список використаних джерел

1. Ballistic missile. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ballistic\\_missile](https://en.wikipedia.org/wiki/Ballistic_missile) (дата звернення: 25.10.2022).
2. User Manual 2021.3 (LTS). Unity Documentation. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html> (дата звернення: 28.10.2022).
3. Unity Gaming Report 2022. Unity. URL: <https://create.unity.com/gaming-report-2022> (дата звернення: 21.03.2022).
4. How to Perform 3D Modeling in Unity with No Drop in Quality. Game-Ace studio. URL: <https://game-ace.com/blog/3d-modeling-in-unity/> (дата звернення: 06.10.2022).
5. Virtual reality. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual\\_reality](https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality) (дата звернення: 05.11.2022).

**УДК 004.056.2:004.042:53.083.8:53.088.4**

*Комаров В. Ф., к.т.н., завідувач навчально-практичної лабораторії технологій  
інтернету речей кафедри інформаційних  
технологій*

*Крижановський В. Г., д.т.н., професор,  
професор кафедри інформаційних  
технологій*

*Чернов Д. В., к.т.н., доцент кафедри  
інформаційних технологій.*

## **ОБМЕЖЕННЯ НАБОРІВ ДАНИХ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНЦИДЕНТІВ БЕЗПЕКИ В СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ**

*Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця*

Існує проблема аналізу послідовностей даних, які накопичуються (генеруються) з часом. Ця проблема набула особливого значення у зв'язку з поширенням Інтернету речей (IoT) і питанням автономної роботи великих мереж датчиків. У таких мережах є потреба у виявленні ненормальних операцій або зовнішнього (несанкціонованого) втручання. Іншими словами, актуальними є завдання контролю за належною роботою сенсорних мереж (safety) і боротьби з атаками на ці мережі (security).

Є багато методів вирішення подібних задач (аналіз часових рядів, пошук «розладу» процесу, використання систем відстеження подій, статистичних методів тощо), які часто вимагають обробки великих обсягів даних, що виправдано з точки зору отримання детальної інформації, але таким чином системи IoT створюють надмірний трафік та призводять до збільшення енергоспоживання.

Можливим рішенням, що може зменшити потреби в обчислювальних потужностях та енергії для передачі й обробки даних, є використання методу структурних функцій, а саме дисперсії Аллана та суміжних функцій, які дають змогу отримати узагальнені характеристики стохастичного процесу, на основі чого можна визначити ключові параметри, за зміною яких можна визначити зміну характеру процесу [1]. Результатом такої обробки є набір даних, кількість яких пропорційна  $\log_2 n$ , де  $n$  – кількість вимірюваних значень. Тобто, можна досягти значного скорочення обсягу даних, які необхідно передати для обробки.

У дослідженні з метою визначення обмеження набору параметрів, які потрібно і можна отримати за допомогою цього методу були розглянуті температурні дані, отримані за допомогою імprovізованого експериментального сенсорного вузла IoT [2], що складався з плати Arduino Uno, флеш-накопичувача, годинника реального часу DS3231, і 10 датчиків температури 3-х типів: DS18B20 (2 прилади), DHT11 (4 прилади) і DHT22 (4 прилади). DS3231 також включає датчик температури, що був задіяний разом з іншими.

Загалом з 11 датчиків було отримано 4075 неперекриваючих семплів даних, придатних для подальшого аналізу, до яких можна застосувати метод дисперсії Аллана. Розподіл виявився неоднорідним за типами датчиків, деякі з отриманих семплів від окремих датчиків виявилися такими, що містять ненавмисно виниклі неприродні значення. Датчики DHT11 виявилися найбільш «чутливими» до умов на етапі експериментального збору даних.

Роздільна здатність усіх датчиків DHT22 та DHT11, що брали участь у дослідженні, становила 0.1 одиниці вимірювання основної шкали температури, а датчиків DS18B20 – 0.06 та 0.5 для окремих екземплярів. Ця властивість обмежує високочастотні коливання вихідного сигналу датчиків і викликає відмінності в статистичних властивостях накопичених даних, що підтверджено їх обробкою.

Спостереження за реакціями розглянутих датчиків на зміни температури підтверджують, що отримані дані мають різну динаміку в залежності від типу датчика, конструктивних відмінностей, функції передачі внутрішніх цифрових перетворювачів і передачі до інтерфейсу приймального пристрою, а також індивідуальної особливості вироблених пристроїв.

Як стало зрозуміло з аналізу даних, спеціальне обмежене представлення числових значень, яке використовувалося в алгоритмі контролера для проміжного зберігання, також може давати додатковий внесок у передатну функцію для датчиків з певними параметрами оцифровки вимірюваних значень завдяки виникненню ефекту передискретизації амплітуди значень під час цифрової обробки.

Час встановлення сталого стану датчика залежить від його фізичних властивостей і у випадку досліджуваних датчиків має систематичний вплив на високочастотні зміни даних, що може проявлятися на тлі реальної зміни вимірюваної величини. Динамічні характеристики датчиків, насамперед параметри встановлення стаціонарного стану (або час релаксації) в поєднанні з величиною інтервалу часу між окремими опитуваннями стану датчика,

дозволяють раціонально обмежити необхідну кількість послідовних вибірок і відокремити надлишкові дані, які в основному характеризують джерело вимірюваних даних і незначною мірою характеризують вимірювальну систему.

Кожен конкретний виготовлений датчик температури має певною мірою особисту сигнатуру метрологічних характеристик. Це може бути використане опосередковано для ідентифікації типу датчика або нетипових даних від відомого екземпляра датчика, що може бути ознакою втручання в роботу вимірювальної системи або аварійної зміни властивостей фізичного середовища датчика, коли контрольований об'єкт не може виконувати звичайну функцію.

Обробка потоку даних таким чином у режимі динамічної дисперсії Аллана дозволяє безперервно контролювати стан сенсорної мережі використовуючи порівняно невеликі обчислювальні ресурси та мережевий трафік.

### *Список використаних джерел*

1. Walls F.L., Allan, D.W. "Measurements of Frequency Stability", *Proceedings of the IEEE*, vol. 74, no. 1, pp. 162-168, 1986.
2. V. G. Kryzhanovskiy, V. F. Komarov, S. P. Serhiienko and L. V. Zahoruiko, "Identification of Sensor Nodes Normal Operation Using Allan Variance," *Visnyk VPI*, no. 3, pp. 78–83, Jun. 2021. (In Ukrainian.), doi: 10.31649/1997-9266-2021-156-3-78-83

**УДК 551.508.951:[004.7:681.518.3**

*Калінський П.В., магістр  
Чернов Д.В., к.т.н., старший викладач  
кафедри інформаційних технологій  
Крижановський В. Г., д.т.н., професор,  
професор кафедри інформаційних  
технологій*

## **ДАТЧИК ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ У СИСТЕМІ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»**

*Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця*

### **ВСТУП**

В останні роки технологічний розвиток стає все швидшим, що призводить до серйозного забруднення навколишнього середовища [1]. Оскільки шкода від забруднення повітря дрібним пилом постійно зростає, інтерес до атмосферного середовища швидко зростає в усьому світі. Дрібний пил може викликати різні легеневі захворювання в організмі людини [2].

За допомогою різних пристроїв можна фіксувати стан навколишнього середовища та очищувати його. Щоб убезпечити помешкання, у системах