

*Росолик Д. А., здобувач вищої освіти,
Крижановський В. Г., д-р техн. наук, професор,
професор кафедри прикладної математики та кібербезпеки,
Донецький національний університет імені Василя Стуса*

ОЦІНКА СТАБІЛЬНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ДАТЧИКА DS18B20 МЕТОДОМ ДИСПЕРСІЇ АЛЛАНА ТА АНАЛІЗ ВПЛИВУ ШУМУ

Анотація. Дослідження присвячене оцінці стабільності роботи цифрового датчика температури DS18B20 з використанням методу дисперсії Аллана. Проаналізовано вплив штучного доданого шуму на характеристики вимірювань у різних часових масштабах. Результати демонструють ефективність методу дисперсії Аллана для оцінки стабільності показників датчиків, кількісної оцінки впливу шуму та виявлення оптимальних часових масштабів вимірювань.

Ключові слова: оцінка стабільності, DS18B20, дисперсія Аллана.

У сучасних системах моніторингу та контролю важливу роль відіграє стабільність вимірювань температури. Однак для забезпечення достовірності даних необхідно оцінювати стабільність роботи таких датчиків. Оцінка стабільності датчиків температури є критично важливою для багатьох галузей, включно з промисловістю, медициною та моніторингом навколишнього середовища. Метод дисперсії Аллана є ефективним інструментом для аналізу стабільності датчиків температури. Дослідження впливу шуму на точність вимірювань дає змогу краще розуміти обмеження датчиків та покращувати системи збору даних [3].

Метою цього дослідження є оцінка стабільності вимірювань датчика DS18B20 за допомогою методу дисперсії Аллана та аналіз впливу різних типів шуму на стабільність вимірювань. Цифровий датчик DS18B20 широко використовується завдяки своїй надійності та простоті інтеграції.

Під час дослідження було проведено оцінку точності датчика DS18B20 за допомогою методу дисперсії Аллана та проаналізовано вплив штучно доданого шуму на стабільність вимірювань.

Методологія дослідження включала такі етапи:

- Збір даних з датчика DS18B20 в контрольованих умовах.
- Розрахунок класичної дисперсії Аллана (ADEV) для оригінальних даних.
- Додавання штучного гаусівського шуму до оригінальних даних.
- Розрахунок ADEV для зашумлених даних.
- Порівняльний аналіз результатів.

Дисперсія Аллана (ADEV) розраховувалася за формулою [1]:

$$\sigma_y^2(\tau) = \frac{1}{2\tau^2} \langle (x_{i+2} - 2x_{i+1} + x_i)^2 \rangle, \quad (1)$$

де $\sigma_y^2(\tau)$ – дисперсія Аллана;

τ – інтервал часу;

x_i – значення вимірюваної величини в i -й момент часу;

N – загальна кількість вимірювань.

Результати аналізу оригінальних даних (рис. 1) показали, що ADEV змінюється від 0.024495 до 0.078034 залежно від часового масштабу τ . Найменше значення ADEV (0.024495) спостерігається за $\tau = 64$ с, що вказує на найвищу стабільність вимірювань на цьому часовому масштабі.

Важливо зазначити, що отримані значення методів представлені у безрозмірних одиницях і можуть інтерпретуватися як відносні відхилення в $^{\circ}\text{C}$.

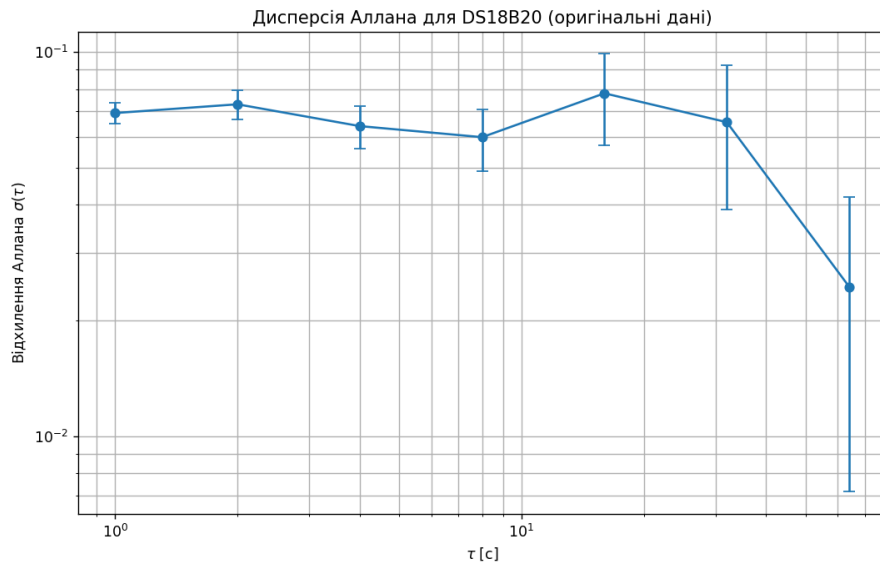


Рисунок 1 – Обчислення дисперсії Аллана

Після додавання штучного шуму (рівень 0.1) спостерігається значне збільшення ADEV, особливо на коротких часових масштабах. Максимальна різниця у відхиленні Аллана між оригінальними та зашумленими даними становить 0.107312 за $\tau = 1$ с.

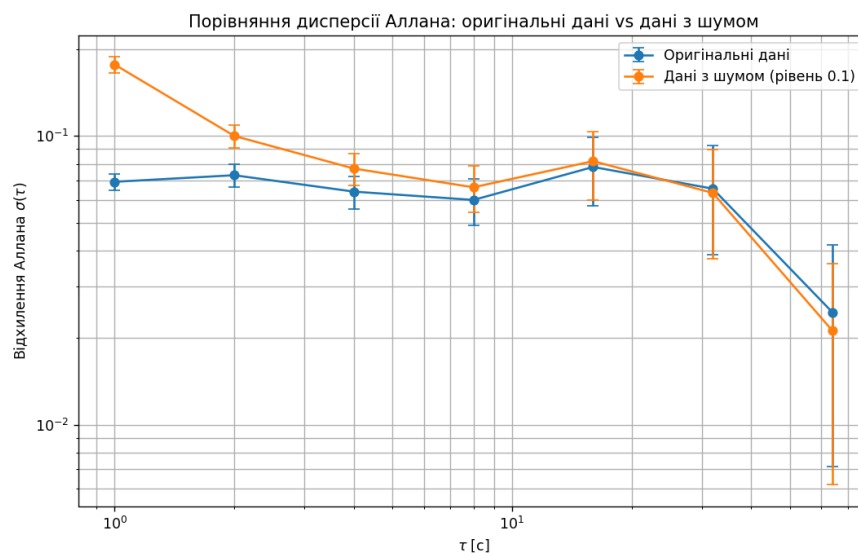


Рисунок 2 – Порівняння дисперсії Аллана: оригінальні дані та дані з шумом

Аналіз графіку порівняння дисперсії Аллана демонструє, що вплив шуму найбільш помітний на коротких часових масштабах ($\tau < 4$ с). На більших часових масштабах різниця між оригінальними та зашумленими даними зменшується.

ся, що свідчить про здатність методу усереднення компенсувати короточасні флуктуації.

Метод дисперсії Аллана ефективно оцінив стабільність датчика DS18B20, виявивши найвищу стабільність за $\tau = 64$ с. Доданий штучний шум найбільше впливає на короточасну стабільність ($\tau < 4$ с), що вказує на чутливість датчика до високочастотних шумів.

На більших часових масштабах ($\tau > 8$ с) вплив шуму зменшується, демонструючи ефективність усереднення для підвищення стабільності вимірювань. Максимальна різниця у відхиленні Аллана між оригінальними та зашумленими даними (0.107312 за $\tau = 1$ с) може слугувати кількісною оцінкою чутливості датчика до шуму.

Висновки. Результати дослідження можуть бути використані для оптимізації часових інтервалів вимірювання та розробки алгоритмів фільтрації шуму, що дасть змогу підвищити надійність вимірювань у різних умовах експлуатації датчика.

Список використаних джерел

1. Bregni S. Twenty-Five Years of Applications of the Modified Allan Variance in Telecommunications. In *IEEE Trans. on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*. 2016. Vol. 63, № 4. P. 520–530.
2. Використання дисперсії Аллана для ідентифікації нормальної роботи сенсорних вузлів / В. Г. Крижановський, В. Ф. Комаров, С. П. Сергієнко, Л. В. Загоруйко. Використання. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2021. № 3(156). С. 78–83.
3. Котелянець В. В. Інформаційна технологія моніторингу навколишнього середовища на базі концепції інтернету речей: дисертація; Черкас. держ. тех. ун-т.(ЧДТУ). Черкаси: ЧДТУ, 2019. 20 с. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/67/1/aref.pdf> (дата звернення: 20.10.2024).