

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

«Розумного будинку» використовується моніторинг стану повітря. Показники отримуються через мережу та є важливим елементом комфортного і безпечного життя.

Система «Розумного будинку» самостійно, за допомогою датчиків слідкує за рівнем забруднення в повітрі, фіксує мікрочастинки пилу чи диму і забезпечує інформацією про стан повітря, в подальшому зберігаючи природні властивості повітря та його свіжість.

Пристрої IoT (Internet of Things) (датчики дрібного пилу) і мікроконтролер, який є вбудованою системою, налаштовані в апаратному забезпеченні для точного вимірювання та збору даних про дрібний пил. Для передачі зібраних даних про дрібний пил використовується бездротовий приймально-передавальний пристрій, наприклад Wi-Fi, смартфон. Крім того, пристрої IoT потребують низької потужності, що потребує швидкої доставки повідомлень, що важливо, тому є потреба у більш вдосконаленому протоколі повідомлень. Таким чином, для IoT, в переважній більшості, використовуються протоколи MQTT (передача телеметрії черги повідомлень) і CoAP (протокол обмежених додатків) [3]. Методами передачі даних цих двох протоколів є TCP (протокол керування передачею) та UDP (протокол дейтаграм користувача). Протокол MQTT, який є кращим за надійністю, застосовувався до технології моніторингу[3].

Вище наведені факти обґрунтовують **актуальність** автоматизованого вимірювання забруднення повітря у системі «Розумний будинок».

**Метою роботи** є розробка датчика забруднення повітря для використання у системі «Розумний будинок».

### СТВОРЕННЯ РОБОЧОЇ СХЕМИ ОПТИЧНОГО ПИЛОМІРА ДЛЯ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

Для відсіювання впливу шуму використовуємо модуляцію з частотою не кратною частоті мережи живлення 50 Гц. За допомогою таймера NE555 складаємо генератор прямокутних імпульсів з частотою 121 Гц, щоб не було завад від мережі живлення (рис. 1) [4]. У роботі було обрано наступні параметри:

$$f = 121 \text{ Гц}$$

$$C_1 = 4.7 \text{ мкФ.}$$

Робоча частота таймеру з коефіцієнтом заповнення  $D=0.5$  [4]:

$$f = \frac{1}{0.693 \cdot 2 \cdot R_2 \cdot C_1}$$

Звідки для заданого значення ємності  $C_1$

$$R_2 = \frac{1}{0.693 \cdot f \cdot 2 \cdot C_1}$$

Маємо:

$$R_2 = \frac{1}{0.693 \cdot 121 \cdot 2 \cdot 4.7 \cdot 10^{-6}} = 1.27 \text{ кОм}$$

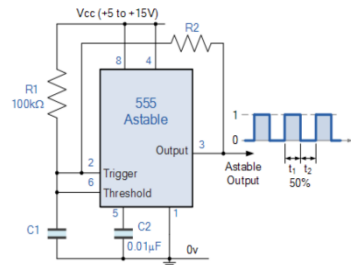


Рис. 1. Генератор прямокутних імпульсів на основі NE555

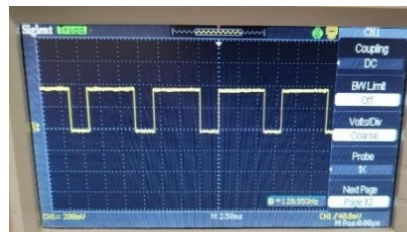


Рисунок 2 – Сигнал на виході генератора прямокутних імпульсів.

Для виявлення забруднення, використовується пара ІЧ світлодіод-фототранзистор, якій фіксує розсіяння відбитого світла від частинок пилу. Сигнал з фототранзистору підсилюється за допомогою двох інвертуючих каскадів операційного підсилювача NE5532 з двополярним живленням [5] (рис.3).

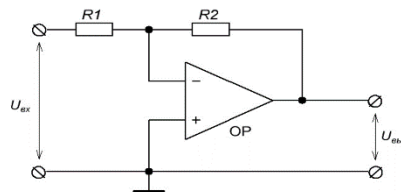


Рисунок 3 – Схема інвертуючого підсилювача з двополярним живленням

Коефіцієнт підсилення розраховується за формулою:

$$K_u = -\frac{R_2}{R_1}$$

Для першого каскада беремо  $R_1 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 1 \text{ МОм}$ .

Для другого  $R_1 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 1 \text{ кОм}$ .

Коефіцієнт підсилення сигналу для першого каскаду буде:

$$K_{U1} = \left| -\frac{1 \cdot 10^6}{100} \right| = 10\,000$$

Для другого:

$$K_{U2} = \left| -\frac{1 \cdot 10^3}{100} \right| = 10$$

Схема генератора та підсилювача фототранзистора:

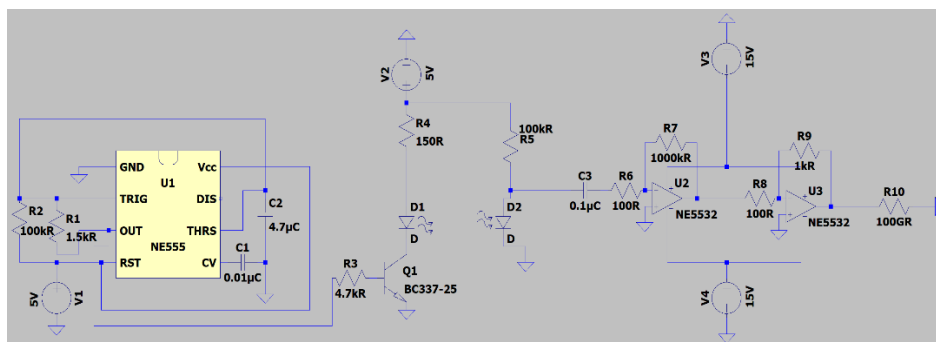


Рис. 4. Схема оптичного піломіра.

Сигнал, що відповідає забрудненості повітря димом на виході другого каскаду підсилювача зображено на рисунку 6.

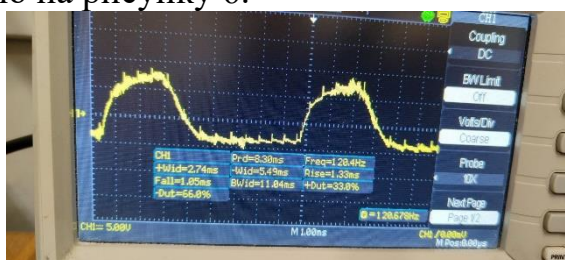


Рисунок 6 – Сигнал на виході другого каскаду інвертуючого підсилювача з двополярним живленням з димом

## ВИСНОВОК

У роботі було побудовано схему генератора та підсилювача сигналу з фототранзистора. Отримано осцилограми сигналу генератора. Отримані форми напруги дозволяють зробити подальше детектування та виявлення шумового спектру сигналу, що розсіюється на частинах пилу. Запропонована схема є дешевою, простою та може бути використана у датчиках пилу для систем «Розумний будинок».

## Список використаних джерел

1. J.xun, Y.hang and Z.lifu. A study of aerosol changing rule in beijing during a decade, 2016. Pg. 4
2. S.H.Kim, J.M.Jeong and M.T.Hwang, C.S.Kang. Development of an IoT-based Atmospheric Environment Monitoring system, 2017. Pg. 3.
3. Wonseok Choi, Dokyung Hwang, Jongpil Kim, Jangmyung Lee. Fine dust monitoring system based on Internet of Things, 2018. Pg. 4.
4. 555 Oscillator Tutorial - The Astable Multivibrator [https://www.electronics-tutorials.ws/waveforms/555\\_oscillator.html](https://www.electronics-tutorials.ws/waveforms/555_oscillator.html)
5. George B. Rutkowski, P. E. Handbook of Integrated-Circuit Operational Amplifiers, 1975. Pg. 330.