

Розподілена оптоелектронна система екологічного моніторингу в режимі реального часу (апаратна реалізація)

Вінницький національний технічний університет^{1 2}
Вінницький коледж національного університету харчових технологій³

Анотація

Розроблено систему моніторингу екологічних показників та стану довкілля, яка за допомогою моніторингових пристроїв на базі платформ Arduino, яка вирішує проблему неадекватного екологічного моніторингу.

Ключові слова: *Arduino, база даних, back-end, front-end.*

Abstract

The system for monitoring of environmental performance and the environment, in which is used monitoring devices based on the Arduino platform. The system solves problems of inadequate environmental monitoring.

Keywords: *Arduino, database, back-end, front-end.*

Вступ

Актуальність проекту полягає у застосуванні сучасних технологій, які забезпечать оперативну та комплексну обробку результатів спостережень та візуалізацію даних забруднення атмосферного повітря. В процесі моніторингу атмосферного повітря здійснюється збір, опрацювання, аналіз, оцінювання та прогнозування стану повітря з метою його покращення. Як результат зменшується кількість викидів та усуваються забруднюючі речовини, що є важливим для природного середовища. Для вирішення цих проблем необхідно проводити регулярний моніторинг стану атмосферного повітря та здійснювати подальший аналіз отриманих даних з використанням сучасних інформаційних технологій.

Основною ідеєю проекту є накопичення та обробка масивів екологічної інформації за допомогою моніторингових пристроїв на базі платформ Arduino. Ключовою ціллю проекту є створення бази даних екологічної інформації та надання вільного доступу до неї за допомогою веб-, мобільних додатків та API. Однією із переваг проекту є те, що вся інформація про стан довкілля матиме геопросторову прив'язку. Це дозволить використовувати численні методи обробки геопросторової інформації при візуалізації та аналізі цих даних.

Проект має на меті вирішення проблеми неадекватного екологічного моніторингу, коли великі міста мають лише 2-5-7 постів моніторингу, при цьому аналіз домішок в повітрі відбувається лише 2-4 рази на добу. Це може призводити до суттєвих похибок при визначенні екологічної ситуації на конкретній місцевості, а також не дає можливості оперативно реагувати на екологічні загрози.

Результати

Для реалізації проекту були поставлені задачі, пов'язані із збиранням даних і надсиланням їх на сервер та їх візуалізацією і обробкою з використанням WEB-технологій.

Система моніторингу базується на платформі Arduino та складається із двох модулів. Структурна схема пристрою представлена на рисунку 1.

Головний модуль представлений на рисунку 2 являє собою систему у якій розташовані основні вузли системи, що відповідають за програмування/налаштування, системи живлення і заряджання li-on акумулятора, системи збирання інформації та її попередньої обробки з подальшим відсиланням на сервер.

Перший блок - вузол перепрограмування та відладки (usb to uart converter), побудований на мікросхемі CH340G (рис. 3). Напряга живлення 5В, максимальний вихідний струм заряджання 1А.

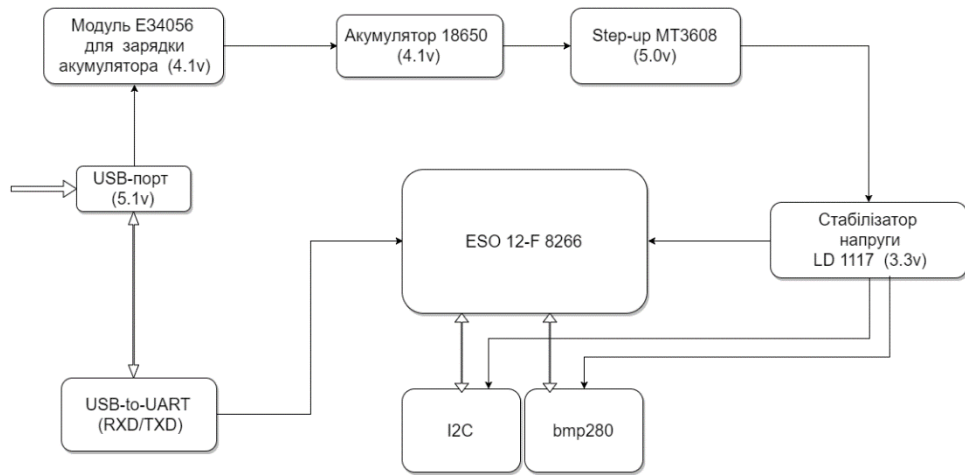


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою

Живлення з акумулятора надходить до вузла Step-Up конвертера та стабілізатора напруги. Step-Up конвертер підвищує напругу акумулятора до 5В. Він базується на мікросхемі MT3608. Вхідна напруга варіюється від 2В до 24В, вихідна до 28В. Мікросхема була обрана через необхідність використання низьковольтних джерел живлення [1-3].

Блок стабілізатора напруги 3.3В використовується для живлення WI-Fi модуля ESP8266, та сенсора BMP280.

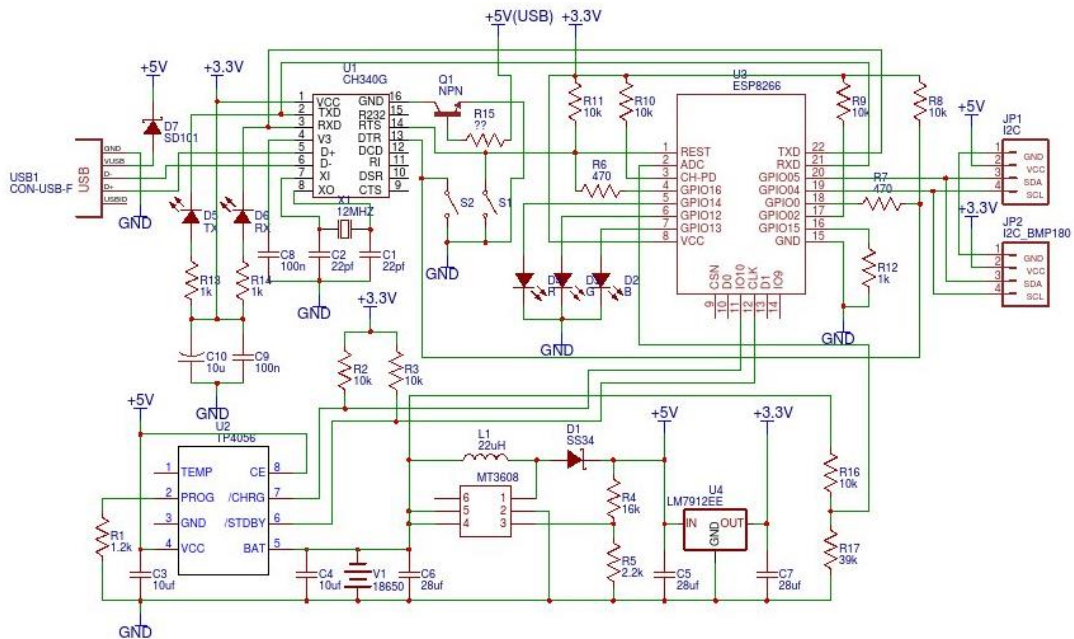


Рисунок 2 - Принципова схема головного модуля

В системі використаний мікроконтролер ESP8266. Він окрім достатньої продуктивності (32-бітовий 80 MHz процесор Tensilica Xtensa L106), пам'яті і портів (14 портів введення-виведення, SPI, I²C, I²S, UART, 10-bit АЦП), він має інтерфейс Wi-Fi, можливість виконувати програми з зовнішньої флеш-пам'яті через SPI-інтерфейс. Wi-Fi модуль забезпечує роботу по протоколу IEEE 802.11 b/g/n, а також підтримується стек протоколів шифрування WEP, WPA і WPA2 [4].

Сенсори метеорологічних показників базуються на датчику барометричного тиску BMP280, розробленого спеціально для мобільних пристроїв, який виконаний у 8-контактному корпусі типу LGA і має низький споживаний струм (~2,7 мкА).

Модуль сенсорів принципова схема якого представлена на рисунку 4 складається з кількох сенсорів з яких інформація надходить на мікроконтролер і в подальшому обробляється та надсилається по інтерфейсу I²C до головного модуля. Це структурує передачу даних з модуля сенсорів до головного модуля.

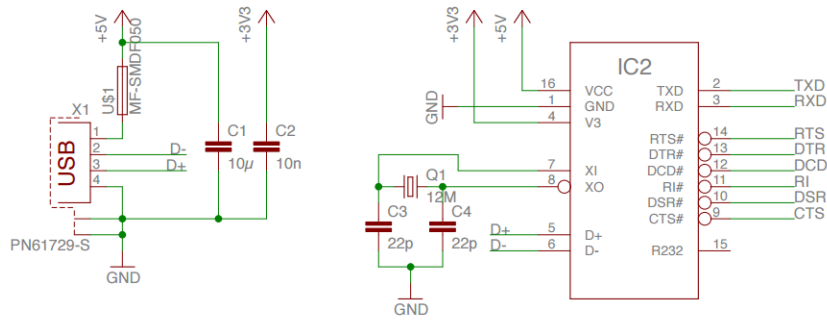


Рисунок 3 – Принципова схема вузла перепрограмування та відладки

В якості сенсора якості повітря був обраний багатофункціональний MQ135, який призначений для визначення концентрації NH₃, NO, парів алкоголю, бензину, диму, CO₂ і т. д. Датчик формує інформацію у аналоговому вигляді.

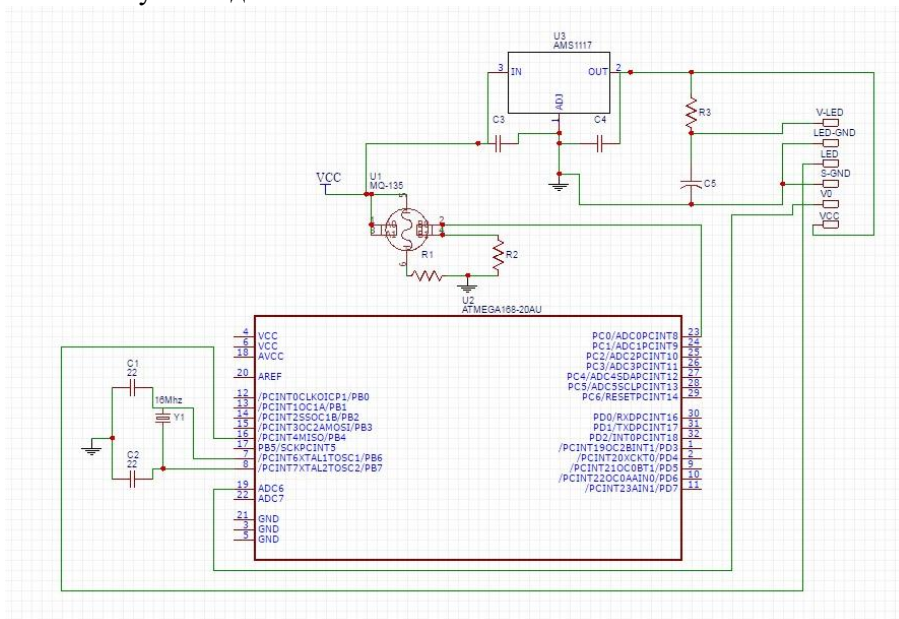


Рисунок 4 – Принципова схема модуля сенсорів

Для аналізу вмісту пилу у повітрі використаний інфрачервоний датчик типу GP2Y1010AU0F, у якому використовується система оптичного зондування. Пристрій побудований на вимірюванні відбитого світла пилом або димом в повітрі. Має аналоговий вихід [3-4].

Для обробки збирання даних від розподіленої системи датчиків, попередньої обробки даних і комунікаціями із сервером використовується високопродуктивний RISC мікроконтролер Atmega168 з низьким енергоспоживанням. Об'єм його оперативної та флеш-пам'яті, наявність 10-розрядного 8-канального аналого-цифрового перетворювача, низьке енергоспоживання, а також розвинена система управління портами і перериваннями дозволили реалізувати всі необхідні функції проекту.

WEB-сайт системи esocitizens.online одержує дані виконує їх обробку і візуалізацію як на звичайних моніторах так і на мобільних пристроях.

Зв'язок сервера із датчиками відбувається за допомогою POST-запитів. При отриманні даних від датчика сервер додає отриманні дані в колекцію датчика, яка зберігається в базі даних і паралельно з цим надсилає отриманні дані всім користувачам в системі, підписаним на цей датчик front-end.

Особливістю цієї системи є використання геолокації на основі технологій Google.

Завдяки зв'язку з модулем збирання та попередньої обробки інформації, одержується інформація про координати датчиків і вона відтворюється на мапі у вигляді маячків. Функціонал передбачає ряд фільтрів, які дозволяють користувачеві відбирати інформацію за необхідними ознаками. Відтворювані дані формуються як на основі зібраної раніше інформації з бази даних, так і наживо в реальному режимі часу з обраними користувачем датчиками. Користувачький інтерфейс реалізований на основі адаптивних технологій, що дозволяє працювати в системі як з комп'ютера так і з мобільних пристроїв.

Висновки

Розбудована мережа моніторингу із центральною базою даних та вільним доступом до неї – дозволить органічно поєднати цей проект з іншими проектами, націленими на розвиток технологій «Розумне місто». На базі системи можна буде створювати численні сервіси для аналізу та оперативного сповіщення про стан довкілля.

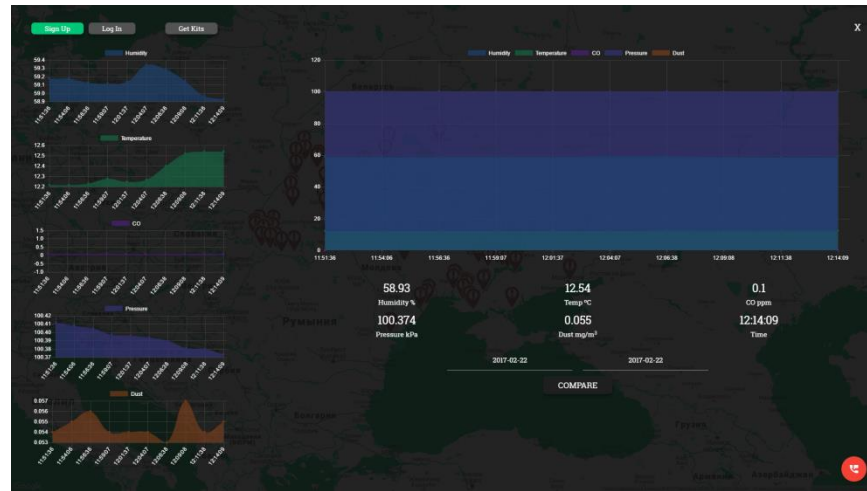


Рисунок 5 – Знімок роботи системи, сайт esocitizens.online

Результати довготривалих спостережень матимуть також наукову цінність. На основі цих даних буде можливим уточнити основні закономірності утворення та поширення забруднюючих речовин в межах конкретних населених пунктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кожемяко В. П., Тарновський М. Г., Павлов С. В. Схемотехніка сучасного приладобудування. Частина IV. – Вінниця: ВНТУ, 2003. – 136 с.
2. Кожемяко В. П., Павлов С. В., Тарновський М. Г. Оптоелектронна схемотехніка. Навчальний посібник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 189 с.
3. Проекты с использованием контроллера Arduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 400 с.: ил. — (Электроника)
4. Bas Wijnen, G. C. Anzalone and Joshua M. Pearce, Open-source mobile water quality testing platform. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development, 4(3) pp. 532–537 (2014). doi:10.2166/washdev.2014.137

Олег Олександрович Сидорук — студент групи О-13б, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: sidoruk.2505@gmail.com.

Андрій Вікторович Шевчук — студент групи 2СІ-13б, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: andrewpol357@gmail.com.

Урсан Максим Іванович – студент групи 4-ОК-2, факультет автоматизація комп'ютерних систем і мереж, Вінницький коледж національного університету харчових технологій, м.Вінниця, e-mail: maxumkomaks11@gmail.com.

Науковий керівник: **Андрій Вікторович Кожем'яко** — к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kvantron@hotmail.com

Sidoruk Oleh O. - student of O-13b, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnitsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: sidoruk.2505@gmail.com

Shevchuk Andrey V. - student group 2SI-13b, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnitsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: andrewpol357@gmail.com.

Ursan Max I. - student of 4-OK-2, Department of automation of computer systems and networks, Vinnytsia National University College of Food Technology, Vinnytsia, e-mail: maxumkomaks111@gmail.com.

Supervisor: ***Kozhemiako Andrii V.*** - *Candidate of Engineering Sciences., Associate Professor,* Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: kvantron@hotmail.com