

УДК 004.42

А. В. КОЖЕМ'ЯКО, О. О. СИДОРУК, А. В. ШЕВЧУК

РОЗПОДІЛЕНА ОПТОЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Вінницький національний технічний університет,
95, вул. Хмельницьке шосе, м. Вінниця, 21021 Україна

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

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

Аннотация. Разработана система мониторинга экологических показателей и состояния окружающей среды, которая с помощью мониторинговых устройств на базе платформ Arduino решает проблему неадекватного экологического мониторинга.

Ключевые слова: Arduino, сенсоры, база данных, back-end, front-end, WebSocket.

Abstract. It was developed the system for monitoring of environmental performance and the environment, in which is used monitoring devices based on the Arduino platform. This system solves problems of inadequate environmental monitoring.

Keywords: Arduino, sensors, database, back-end, front-end, WebSocket.

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.

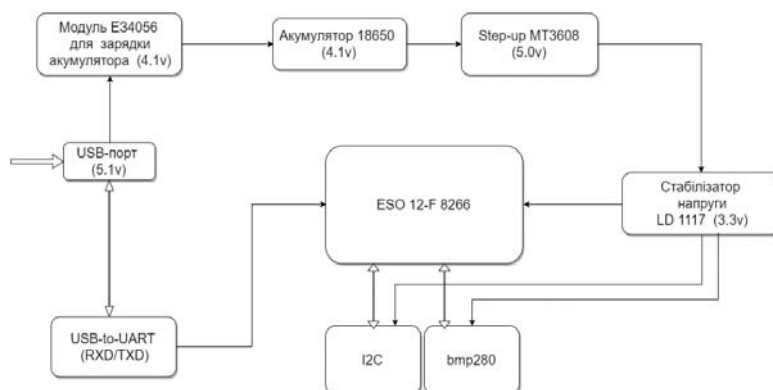


Рис. 1. Структурна схема пристрою

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 відсиленням на сервер.

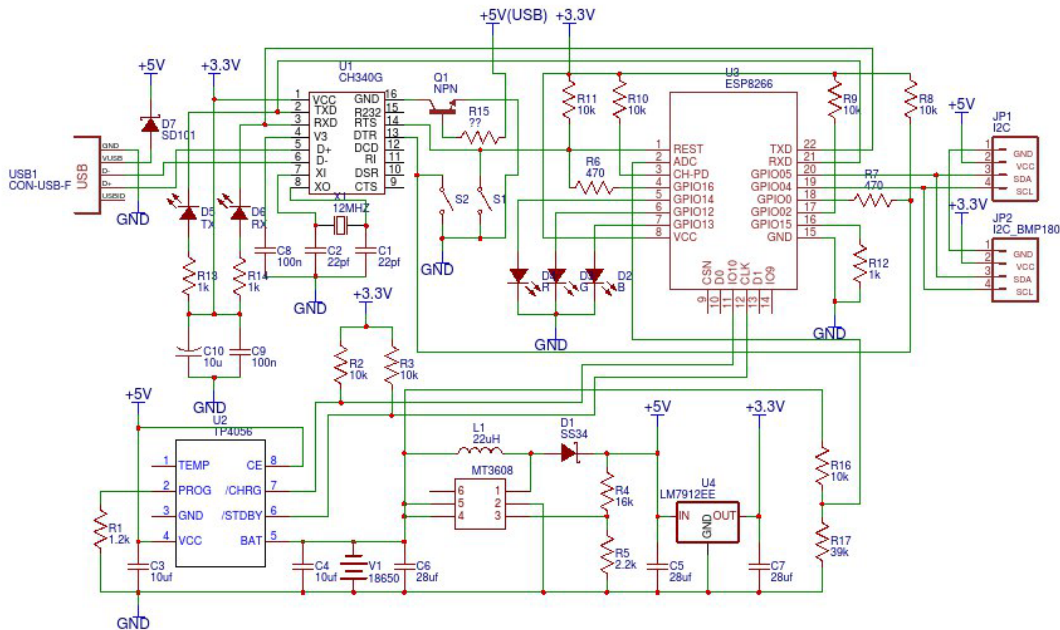


Рис. 2. Принципова схема головного модуля

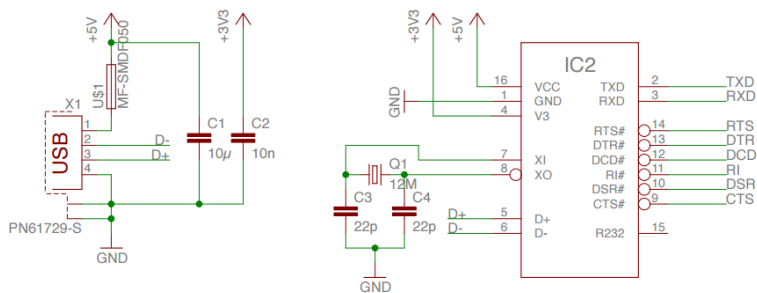


Рис. 3. Принципова схема вузла перепрограмування та відладки

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

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. 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.

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

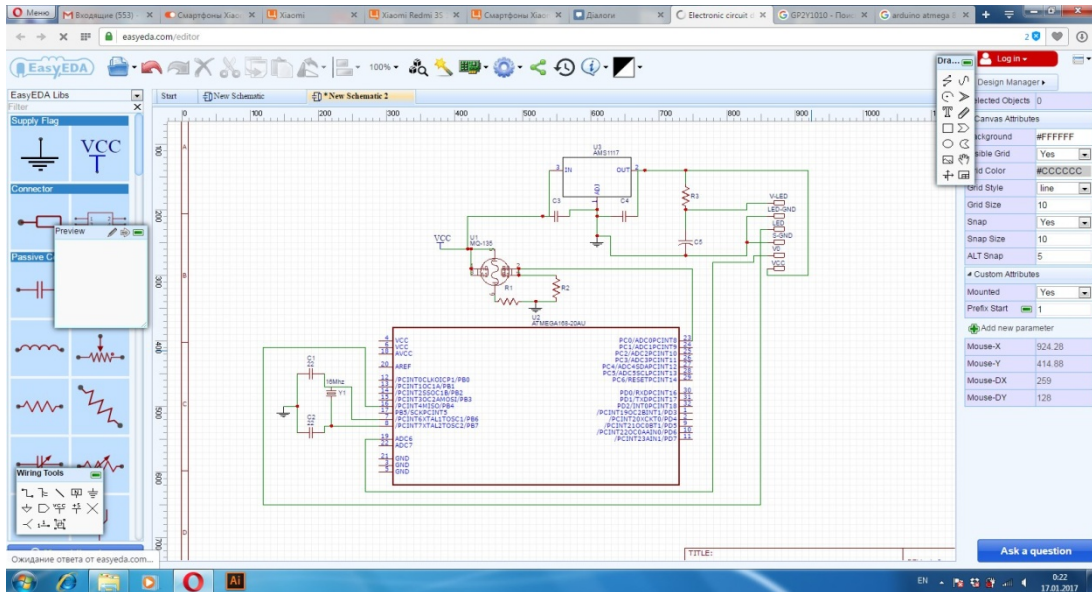


Рис. 4. Принципова схема модуля сенсорів

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 ecocitizens.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, модуль збирання та попередньої обробки інформації 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, після чого клієнтський модуль їх обробляє та відображає у зручному для користувача вигляді.

Особливістю клієнтського модуля системи є використання геолокації на основі технологій Google.

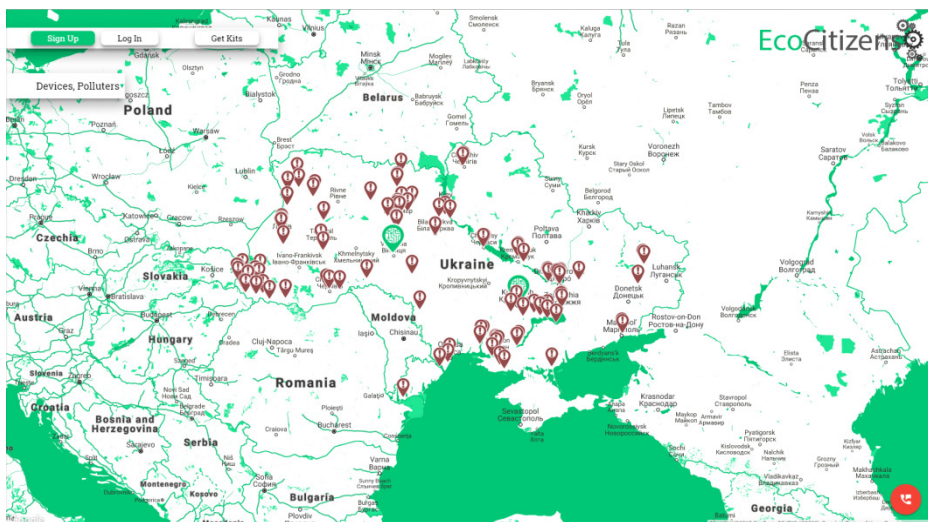


Рис. 5. Знімок головної сторінки системи, сайт ecocitizens.online

При завантаженні сторінки, завдяки зв'язку з модулем збирання та попередньої обробки інформації на основі технології WebSocket, одержується інформація про координати датчиків та забруднювачів і вона відтворюється на мапі у вигляді маячків. Якщо ж користувачеві не потрібні забруднювачі на мапі, функціонал сайту передбачає можливість їх приховати (рис.5).

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.

Вибір користувачем певного датчика для спостереження активізує діалог сервера і модуля збирання інформації на основі технології WebSocket [5]. Реагуючи на запит, модуль збирання та попередньої обробки інформації надсилає серверу колекцію даних, якої буде достатньо задля відображення графіків з детальною інформацією про виміри, які здійснюють відповідні пристрої. Після отримання цієї колекції, клієнтський модуль наносить ці дані на графіки та виводить в окремому полі покази наших пристроїв в режимі реального часу [6].

Зібрані дані фіксуються у базі даних, яка надає можливість їх аналізувати у часовій ретроспективі за вказаний період. Після вибору та натиснення відповідної кнопки, знову ж надсилається запит на основі технології WebSocket. В слухач клієнтського модуля, модуль збирання та попередньої обробки інформації надсилає вже масивнішу колекцію даних. Вона обробляється та наноситься на графіки таким чином, щоб не заважати даним в реальному часі відображатись окремо (рис.6).

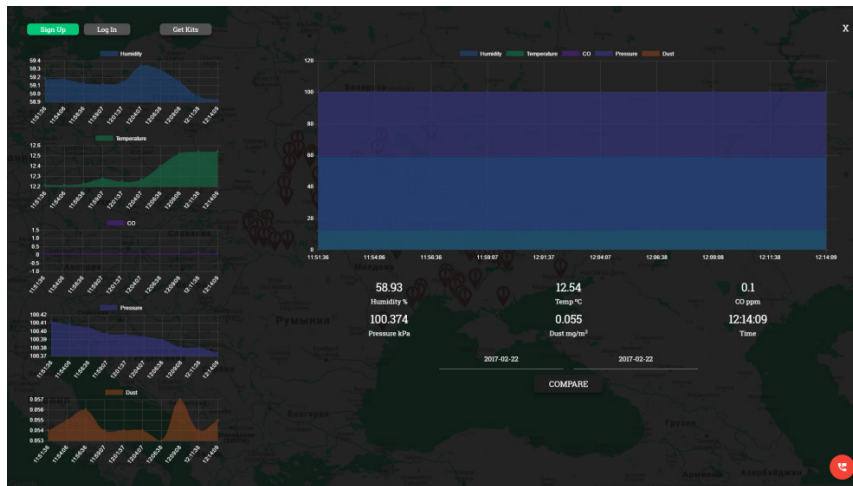


Рис. 6. Знімок роботи системи, сайт ecocitizens.online

Проект передбачає монетизацію сервісу. Для цього планується надання зацікавленим користувачам платного доступу пристроїв системи. Для цього сайт проекту передбачає традиційну реєстрацію користувачів і білінг послуг до яких, наприклад відноситься оренда чи придбання пристроїв системи [7]. Обробка заявок здійснюється в автоматичному режимі через поштовий сервіс, а оплата через послуги інтернет-агентів банківських операцій.

У власному кабінеті користувача надається наявний список придбаних пристроїв та налаштування доступу до них. При виборі доступу типу private, надсилається запит до модуля збирання та попередньої обробки інформації. Цей модуль змінює певне значення в колекції обраного датчика, яка зберігається в базі даних. Після цього, цей пристрій може побачити на мапі лише користувач, який його придбав, після проходження авторизації.

ВИСНОВКИ

Розбудована мережа моніторингу із центральною базою даних та вільним доступом до неї – дозволяє 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.

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 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.
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
5. Макфарланд Д. Новая большая книга CSS. — СПб.: Питер, 2016. — 720 с
6. Дэвид Флэнаган. JavaScript. Подробное руководство, 6е издание. Пер. с англ. – СПб: Символ Плюс, 2012. – 1080 с.
7. David Geary. Core HTML5 Canvas: Graphics, Animation, and Game Development. – Prentice Hall, 2012. – 510 с.

REFERENCES

1. Kozhemiako V. P., Tarnovskyi M. H., Pavlov S. V. Skhemotekhnika suchasnoho prykladobuduvannia. Chastyna IV. – Vinnytsia: VNTU, 2003. – 136 s.
2. Kozhemiako V. P., Pavlov S. V., Tarnovskyi M. H. Optoelektronna skhemotekhnika. Navchalnyi posibnyk. – Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia, 2008. – 189 s.
3. Proekt s spozlozovanyem kontrollera Arduino. – SPb.: BKhV-Peterburh, 2014. – 400 s.
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
5. Makfarland D. Novaia bolshaia knyha CSS. — SPb.: Pyter, 2016. — 720 s
6. Дэвид Флэнаган. JavaScript. Подробное руководство, 6е издание. Пер. с англ. – СПб: Символ Плюс, 2012. – 1080 с.
7. David Geary. Core HTML5 Canvas: Graphics, Animation, and Game Development. – Prentice Hall, 2012. – 510 с.

Надійшла до редакції 8.06.2017 р.

КОЖЕМ'ЯКО АНДРІЙ ВІКТОРОВИЧ – к.т.н., доцент, **Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kvantron@hotmail.com**

СИДОРУК ОЛЕГ ОДЕКСАНДРОВИЧ – студент групи **О-136**, факультет комп'ютерних систем та автоматики, **Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: sidoruk.2505@gmail.com**.

ШЕВЧУК АНДРІЙ ВІКТОРОВИЧ – студент групи **2СІ-136**, факультет комп'ютерних систем та автоматики, **Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: andrewpol357@gmail.com**.