

ПЕТРУШАК ВОЛОДИМИР

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-7232-1044>e-mail: petrushak@ukr.net**ТЕРЕЩЕНКО АРТЕМ**

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0009-0009-5015-2401>e-mail: artolomeo1236@gmail.com

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СТАНУ АКВАРІУМУ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЙ ІОТ

Сучасний розвиток цифрових технологій та мережових рішень спричинив стрімкий прогрес у сфері Інтернету речей (IoT). IoT поєднує різноманітні пристрої, які взаємодіють між собою через мережу для збору, передавання та аналізу даних, створюючи нові можливості для автоматизації, підвищення ефективності та зручності у різних сферах — від "розумних" будинків і міст до промислового обладнання та систем охорони здоров'я. Таким чином, IoT стає невід'ємною складовою сучасного життя.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що розвиток IoT-технологій відкриває широкі можливості для вирішення важливих суспільних і бізнесових завдань. Проте реалізація IoT-проектів вимагає зваженого підходу до вибору апаратної платформи, протоколів зв'язку, програмного забезпечення та засобів забезпечення безпеки [3]. З урахуванням стрімкого розвитку цієї галузі, важливо створювати інноваційні рішення, які відповідають сучасним вимогам ефективності, масштабованості та надійності.

Ключові слова: Інтернет речей, ESP32, Blynk IoT, автоматизація, сенсори, мікроконтролер.

PETRUSHAK VOLODYMYR**TERESHCHENKO ARTEM**

Khmelnytskyi National University

AQUARIUM MONITORING SYSTEM BASED ON IOT TECHNOLOGY

The modern development of digital technologies and network solutions has led to rapid progress in the field of the Internet of Things (IoT). IoT integrates various devices that interact with each other via a network to collect, transmit, and analyze data, creating new opportunities for automation, increased efficiency, and convenience in various sectors — from smart homes and cities to industrial equipment and healthcare systems. Thus, IoT is becoming an integral part of modern life.

The relevance of the research lies in the fact that the advancement of IoT technologies opens up broad opportunities for solving important societal and business challenges. However, the implementation of IoT projects requires a thoughtful approach to the selection of hardware platforms, communication protocols, software support, and security measures [2]. Considering the rapid development of this field, it is essential to develop innovative solutions that meet modern requirements for efficiency, scalability, and reliability.

The modern development of digital technologies has contributed to the widespread adoption of the Internet of Things (IoT) concept, which allows physical devices to be connected via a network for data exchange and remote control. However, the effective use of such systems requires a combination of optimal hardware, communication protocols, software support, and security measures. The development of small-sized and at the same time functionally powerful solutions for automating household tasks, including aquarium management, is a relevant area of research in the context of a smart environment.

Global practice demonstrates the successful application of IoT in various industries, from medical devices to industrial systems. While large companies use cloud platforms such as AWS IoT or Google Cloud IoT, there is a growing demand for affordable open source solutions (ThingsBoard, Blynk) for educational, household, and research projects. Scientific papers emphasize the importance of choosing the right microcontroller, communication protocol (Wi-Fi, Bluetooth, LPWAN), and power supply circuit. Among the devices often used in IoT projects, the ESP32 stands out due to its balance between price, performance, and energy efficiency.

Keywords: Internet of Things, ESP32, Blynk IoT, automation, sensors, microcontroller.

Стаття надійшла до редакції / Received 20.05.2025

Прийнята до друку / Accepted 26.06.2025

Постановка проблеми

Сучасний розвиток цифрових технологій сприяв широкому впровадженню концепції IoT, яка дозволяє з'єднувати фізичні пристрої через мережу для обміну даними та дистанційного керування. Однак для ефективного використання таких систем необхідне поєднання оптимального апаратного забезпечення, протоколів зв'язку, програмної підтримки та заходів безпеки. Розробка малогабаритних і водночас функціонально потужних рішень для автоматизації побутових задач, зокрема керування акваріумом, є актуальним напрямом дослідження в контексті розумного середовища.

Аналіз останніх джерел

Світова практика демонструє успішне застосування IoT у різних галузях — від медичних приладів до промислових систем. У той час як великі компанії використовують хмарні платформи на зразок AWS IoT чи Google Cloud IoT, зростає попит на доступні рішення з відкритим кодом [5, 10, 11] для освітніх, побутових і дослідницьких проектів. У роботі [3] зазначається важливість правильного вибору мікроконтролера, протоколу зв'язку (Wi-Fi, Bluetooth, LPWAN) та схеми живлення. Серед пристроїв, що часто використовуються в IoT-проектах, виокремлюється ESP32 завдяки балансу між ціною, продуктивністю та енергоефективністю [8].

Формулювання цілей

Метою даної роботи є розробка IoT-системи для автоматизованого керування акваріумом з використанням мікроконтролера ESP32 та хмарної платформи Blynk IoT. Даний пристрій може бути дуже корисний для успішного догляду за акваріумом. Проєкт має продемонструвати інтеграцію сенсорів і виконавчих пристроїв для моніторингу та керування параметрами водного середовища, зокрема температурою, освітленням. Таким чином системою можна керувати дистанційно, що допоможе забезпечити стабільні умови для зростання рослин та життєдіяльності тварин. Використання точного цифрового датчика має вирішити проблему похибок при підігріванні води в зимній період. Обігрівач має вимикатися точно на заданій програмним шляхом температурі.

Виклад основного матеріалу

У рамках проєкту як апаратну основу обрано ESP32 Lolin Lite, мікроконтролер з 32-бітним двоядерним процесором, частотою 240 МГц, підтримкою Wi-Fi та Bluetooth BLE, а також 4 МБ флеш-пам'яті. Він забезпечує обчислювальну потужність для обробки сигналів у реальному часі при мінімальному енергоспоживанні.

Функціональна схема системи включає: сенсор температури води (DS18B20) [8], фоторезистор (рівень освітлення) [10], блоки керування освітленням, фільтром та нагрівачем, інтеграцію з Blynk IoT [10, 11] для моніторингу і керування з мобільного застосунку. На рис.2 представлено структурну схему IoT-системи для автоматизованого керування акваріумом.

Структурна схема пристрою передбачає взаємодію між трьома основними компонентами: сенсорними модулями, мікроконтролером ESP32 та виконавчими пристроями. Сенсорна частина складається з цифрового датчика температури DS18B20 [8], фоторезистора для вимірювання освітленості [9]. Ці сенсори підключені до цифрових входів ESP32 і забезпечують постійне зчитування параметрів навколишнього середовища.

Зібрані дані передаються через Wi-Fi-модуль ESP32 на хмарну платформу Blynk IoT, де відображаються в мобільному застосунку користувача. У разі відхилення значень параметрів від допустимих меж, запрограмованих у прошивці контролера або налаштуваннях Blynk, ESP32 активує відповідні виконавчі пристрої: світлодіодне підсвічування, нагрівач води. Фільтрація води здійснюється постійно, але через додаток Blynk IoT фільтр можна вмикати та вимикати.

Живлення сенсорів та ESP32 здійснюється від стабілізованого джерела 3.3 В, у той час як виконавчі модулі працюють на 5 В. Для забезпечення надійності системи передбачено використання стабілізатора напруги, фільтрації живлення та захисту від перенапруг.

Комунікація між компонентами схеми реалізована через цифрові GPIO-виводи, при цьому забезпечено оптимальний розподіл обчислювального навантаження між процесорами ESP32 завдяки використанню двоядерної архітектури. Такий підхід дозволяє забезпечити безперервну роботу системи в реальному часі навіть за умов зміни зовнішніх факторів.

ESP32 збирає дані з сенсорів і передає їх через Wi-Fi до Blynk. Користувач бачить інформацію в реальному часі, має змогу змінювати режими роботи пристроїв або активувати автоматичні сценарії. Наприклад, при зниженні освітлення система автоматично вмикає LED-підсвітку. Вузли живляться від 5 В (виконавчі пристрої) та 3.3 В (сенсори й мікроконтролер). Передбачено використання стабілізатора живлення та захисту від перенапруг.

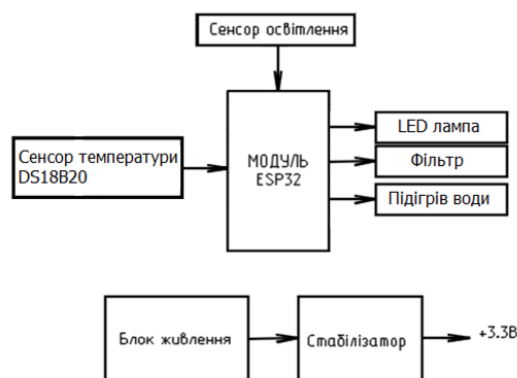


Рис. 2. Структурна схема T[]->ESP32 F(T)

Висновки

Мікроконтролер ESP32 є ідеальним рішенням для створення невеликих, енергоефективних IoT-проєктів. Завдяки своїм технічним характеристикам, модуль забезпечує широкі можливості для збирання та передавання даних, а також для інтеграції з хмарними сервісами.

Застосування ESP32 у керуванні параметрами акваріума демонструє практичну реалізацію концепції Інтернету речей, де технології сприяють підвищенню зручності, надійності та автоматизації у побутових умовах. Розроблено дієву модель IoT-системи автоматизації середовища акваріума на базі ESP32. Вона

забезпечує: дистанційний контроль параметрів акваріума; автоматичне реагування на зміну умов; зручний інтерфейс керування через мобільний застосунок.

Запропоноване рішення може бути адаптоване до інших побутових або навчальних IoT-сценаріїв. Подальший розвиток системи передбачає впровадження енергозберігаючих алгоритмів, розширення сенсорного набору та захищеної передачі даних.

Література

1. Глухов О.В. Вивчення властивостей мікроконтролерів і електронних систем на базі платформи Ардуіно/ Глухов О.В., Кравчук О.О., Левченко Є.В.// навч. посібник для студентів ВНЗ. Харків: ХНУРЕ, 2019. – 192 с
2. Lea Perry. Internet of Things for Architects/ Perry Lea, Parkash Karki. - Packt Publishing, 2018.- 515с.
3. Santos R. MicroPython Programming with ESP32 and ESP8266/ [Rui Santos, Sara Santos]. – Independently published, 2019. – 359 с.
4. Цирульник С. М. Програмування мікроконтролерів AVR : [навчальний посібник] / С. М. Цирульник, О. Д. Азаров, Л. В. Крупельницький, Т. І. Трояновська. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 111 с.
5. Logic Controllers with “Internet of Things” (IoT) Capabilities/ Yordan Belev, Krasimir Krustev// Science, Engineering & Education, 7, (1), 2022, pp.27-36
6. INTERNET OF THINGS: ПЛЮСИ І МІНУСИ. Доступ до ресурсу: <https://www.technocrats.com.ua/internet-things-plyusy-minusy.html>
7. ESP32 Manual [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf
8. Цифровий датчик температури Sensor DS18B20 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1942-cifrovoi-datchik-temperaturi-sensor-ds18b20-dlya-sonoff-th10-th16>
9. Датчик освітленості GL5516 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod184-datchik-osveshennosti-fotorezistor>
10. Переклад документації Blynk українською [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://shoorik007.github.io>
11. Blynk IoT швидкий старт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://oxorona.com/blynk-esp8266/>

References

1. Glukhov O.V. Study of the properties of microcontrollers and electronic systems based on the Arduino platform / Glukhov O.V., Kravchuk O.O., Levchenko E.V. // Study guide for university students. Kharkiv: KNURE, 2019. - 192 p.
2. Lea Perry. Internet of Things for Architects / Perry Lea, Parkash Karki. - Packt Publishing, 2018. - 515 pp.
3. Santos R. MicroPython Programming with ESP32 and ESP8266 / [Rui Santos, Sara Santos]. - Independently published, 2019. - 359 p.
4. Barber S.M. Programming of AVR microcontrollers: [textbook] / S. M. Tsyrunyk, O. D. Azarov, L. V. Krupelnitskyi, T. Troianovska - Vinnytsia: VNTU, 2018. 111 p.
5. Logic Controllers with “Internet of Things” (IoT) Capabilities/ Yordan Belev, Krasimir Krustev// Science, Engineering & Education, 7, (1), 2022, pp.27-36
6. INTERNET OF THINGS: PLUSES AND MINUSES. Access to the resource: <https://www.technocrats.com.ua/internet-things-plyusy-minusy.html>
7. ESP32 Manual [Electronic resource]: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf.
8. Digital temperature sensor Sensor DS18B20 [Electronic resource]. - Access mode: <https://arduino.ua/prod1942-cifrovoi-datchik-temperaturi-sensor-ds18b20-dlya-sonoff-th10-th16>.
9. GL5516 light sensor [Electronic resource]. - Access mode: <https://arduino.ua/prod184-datchik-osveshennosti-fotorezistor>.
10. Translation of Blynk documentation into Ukrainian [Electronic resource]. - Access mode: <https://shoorik007.github.io>
11. Blynk IoT quick start [Electronic resource]. - Access mode: <https://oxorona.com/blynk-esp8266/>.