

ПЕТРУШАК ВОЛОДИМИР

Хмельницький національний університет

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

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0009-0001-4138-2717>e-mail: 1maxym2@gmail.com

ІОТ-СИСТЕМА КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЧНОЮ ГОДІВНИЧКОЮ ДЛЯ ДОМАШНІХ ТВАРИН

У статті розглянуто процес проектування та реалізації ІоТ-системи для автоматизованого керування годівничкою домашніх тварин на базі мікроконтролера **ESP32** та хмарної платформи **Blynk**, що забезпечує віддалений моніторинг і керування пристроєм у режимі реального часу. Детально обґрунтовано вибір апаратних компонентів, зокрема сенсорів для збору екологічних параметрів (температури, вологості, рівня води) та датчиків присутності для виявлення руху тварини поблизу годівнички.

Описано структурну схему системи, принцип її функціонування, алгоритми керування подачею корму та води, а також механізми оповіщення користувача через мобільний додаток. Розглянуто особливості використання бездротових технологій зв'язку, таких як **Wi-Fi** та **Bluetooth**, в контексті ІоТ-рішень для побутових застосунків. Проведено аналіз переваг і обмежень запропонованої системи, а також перспективи її подальшого розвитку та масштабування.

Ключові слова: ІоТ, **ESP32**, годівничка, **Blynk**, мікроконтролер, автоматизація.

PETRUSHAK VOLODYMYR**YATSYSHYN MAXIM**

Khmelnytskyi National University

IoT-BASED AUTOMATIC PET FEEDER CONTROL SYSTEM

This article presents the development of an IoT system for automatic control of a pet feeder using the ESP32 microcontroller and the Blynk cloud platform. The selection of hardware components for data collection, processing, and transmission is substantiated.

The system's structural diagram, operation principles, control algorithms, and examples of integration with humidity, temperature, motion, and water level sensors are provided. A detailed analysis of wireless communication protocols within the context of IoT solutions is also conducted. The current development of IoT technologies opens up great opportunities for automating household tasks, including pet care. Pet owners often face the problem of lack of constant monitoring of food, water availability, and the general condition of the animal's environment. Therefore, it is important to create an intelligent feeding system with remote access and monitoring of environmental parameters.

According to, IoT platforms must meet the requirements of scalability, security, energy efficiency, and integration. Solutions based on ESP32 are among the most popular in the smart home industry due to built-in Wi-Fi, Bluetooth, and low power consumption. At the same time, the Blynk platform makes it easy to implement a control and monitoring interface via a smartphone, providing convenience for the end user.

The aim of the work is to develop an inexpensive and reliable IoT feeder control system that allows remote control of the animal feeding process and provides automatic response to changes in climatic conditions in its environment.

To communicate with the cloud, the Blynk platform is used, which provides a user interface for viewing the status of sensors and controlling devices. Information is transmitted via Wi-Fi in real time.

Keywords: IoT, **ESP32**, feeder, **Blynk**, microcontroller, automation.

Стаття надійшла до редакції / Received 22.05.2025

Прийнята до друку / Accepted 26.06.2025

Постановка проблеми

Сучасний розвиток технологій Інтернету речей (ІоТ) [4] відкриває безпрецедентні можливості для глибокої автоматизації рутинних побутових задач, зокрема, революціонізуючи підхід до догляду за домашніми тваринами. У епоху стрімкого ритму життя, власники часто стикаються з критичною проблемою відсутності постійного, надійного контролю за ключовими аспектами добробуту своїх улюбленців. Це включає забезпечення регулярного та дозованого харчування, безперебійної наявності чистої питної води, а також підтримку оптимального та безпечного загального стану середовища їхнього перебування.

Саме тому надзвичайно актуальним є створення інтелектуальних систем годування, що забезпечують не лише автоматизовану подачу корму, але й надають можливість віддаленого доступу та моніторингу ключових параметрів середовища. Такі рішення дозволяють власникам бути впевненими у добробуті своїх вихованців, навіть перебуваючи далеко, та оперативно реагувати на будь-які зміни. Інтеграція ІоТ-технологій у такі системи дає змогу не лише забезпечити своєчасне годування та наявність води, а й контролювати температуру, вологість, освітленість та інші важливі показники, створюючи справді "розумне" та комфортне середовище для домашніх тварин. Це не просто підвищує зручність для власників, але й значно покращує якість життя тварин, мінімізуючи стрес та ризики, пов'язані з нерегулярним доглядом.

Аналіз останніх джерел

Згідно з [2], платформи ІоТ повинні відповідати ключовим вимогам сучасних користувачів, серед яких основними є масштабованість, інформаційна безпека, енергоефективність, стабільність передачі даних

та можливість інтеграції з різноманітними сервісами та протоколами. У контексті побутових IoT-рішень особливої актуальності набуває також підтримка мобільних платформ та зручність у розгортанні.

Мікроконтролери сімейства ESP32, завдяки наявності вбудованих модулів Wi-Fi і Bluetooth, а також підтримці багатьох периферійних інтерфейсів (UART, I2C, SPI), стали одним із найпоширеніших апаратних рішень у системах «розумного дому» та автоматизації невеликих об'єктів [2, 5]. Їх переваги включають високу продуктивність, компактні розміри, невелику вартість і низьке енергоспоживання, що дозволяє використовувати їх у автономних або резервних режимах.

Платформа Blynk, у свою чергу, зарекомендувала себе як ефективне програмне середовище для реалізації віддаленого моніторингу та керування пристроями IoT. Завдяки можливості створення графічного інтерфейсу без необхідності поглибленого програмування та підтримці широкого спектру апаратних платформ, Blynk значно спрощує процес розробки мобільних застосунків для керування мікроконтролерами.

Останні дослідження також вказують на зростання попиту на системи з можливістю адаптивної поведінки, що базується на обробці даних сенсорів та використанні алгоритмів умовної логіки або навіть машинного навчання. Це формує нові вимоги до гнучкості IoT-платформ, які повинні підтримувати масштабування як у апаратному, так і у функціональному сенсі.

Формулювання цілей

Метою даної роботи є розробка недорогої, надійної та енергоефективної IoT-системи для керування автоматизованою годівничкою домашніх тварин. Система повинна забезпечувати не лише базову функцію подачі корму з можливістю дистанційного керування через мобільний застосунок, але й реалізовувати інтелектуальний моніторинг параметрів навколишнього середовища, таких як температура, вологість повітря, температура води та наявність руху поблизу. Також передбачається автоматичне реагування на зміну кліматичних умов — шляхом активації підігрівача, вентилятора чи освітлення, — з метою підвищення комфорту та безпеки для тварини.

Виклад основного матеріалу

Основою системи є мікроконтролер LOLIN32 Lite з підтримкою Wi-Fi та Bluetooth. До ESP32 підключено такі модулі [3, 6]:

1. Сенсор вологоти та температури DHT11 — для моніторингу повітряного середовища.
2. Датчик температури DS18B20 — для контролю температури води.
3. Датчик руху PIR — для фіксації активності тварини.
4. Реле — для вмикання годівнички, підігріву води, вентилятора та освітлення.
5. OLED дисплей SSD1306 — для виводу інформації про стан системи.

На схемі (рис. 1) зображено взаємозв'язок компонентів:

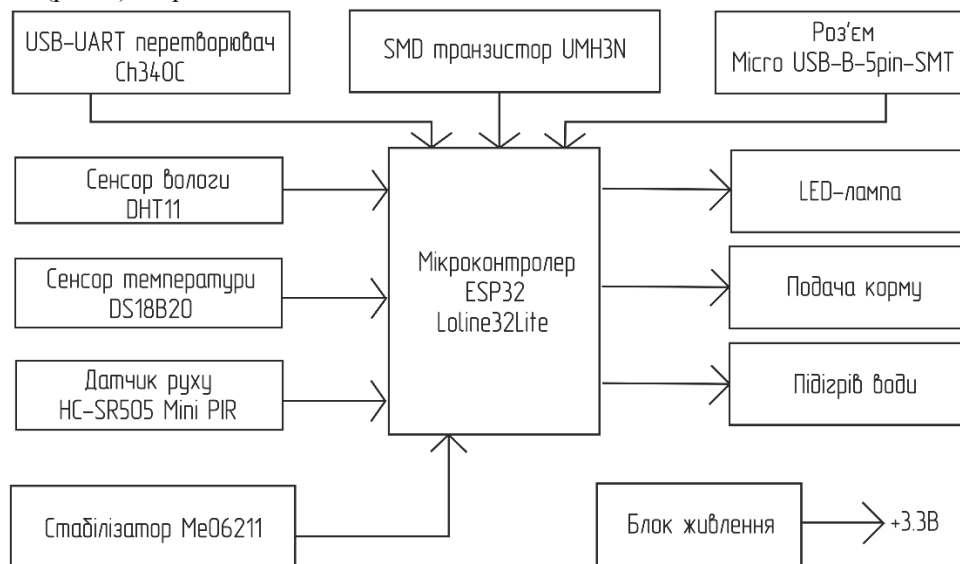


Рис.1. Структурна схема

Центральним елементом є мікроконтролер ESP32 (модель LOLIN32 Lite), який виконує роль основного обчислювального вузла системи. До нього підключено кілька сенсорів: датчик температури та вологості DHT11, який забезпечує моніторинг повітряного середовища; температурний датчик DS18B20, що контролює температуру води у поїлці; а також PIR-датчик руху, який реєструє присутність тварини в зоні годівниці.

Живлення до системи надходить від зовнішнього джерела постійного струму через стабілізатор напруги на 5В, який забезпечує безпечну роботу усіх компонентів. На основі даних із сенсорів ESP32 приймає рішення про активацію відповідних виконавчих пристроїв, що підключені до цифрових виходів

мікроконтролера через модуль реле. Зокрема, активуються електропривід годівнички, підігрівач води, вентилятор для регулювання вологості та LED-освітлення.

Інформація про стан середовища та активність пристроїв виводиться на OLED-дисплей SSD1306, що дозволяє здійснювати локальний контроль без використання мобільного застосунку. Паралельно всі дані передаються через вбудований Wi-Fi модуль ESP32 до хмарної платформи Blynk, яка слугує інтерфейсом для користувача.

У застосунку Blynk користувач має змогу в реальному часі контролювати стан сенсорів, вручну активувати пристрої, отримувати сповіщення про критичні події та налаштовувати автоматичні сценарії, наприклад, подачу корму за розкладом.

Логіка керування пристроями базується на умовах, закладених у програмному коді мікроконтролера. Наприклад, при зниженні температури води нижче $+1^{\circ}\text{C}$ активується підігрівач, при фіксації руху — подається корм та вмикається підсвітка.

Для зв'язку з хмарою використовується платформа Blynk [4], яка надає інтерфейс користувача для перегляду стану сенсорів та керування пристроями.

З метою забезпечення зручного користувацького доступу до керування IoT-системою було реалізовано графічний інтерфейс у середовищі Blynk IoT, яке дозволяє віддалено взаємодіяти з мікроконтролером ESP32 через мобільний застосунок.

Інтерфейс складається з таких основних елементів:

1. Кнопки керування — для вмикання/вимикання годівнички, підігрівача води, вентилятора та освітлення;
2. Індикатори стану — LED-віджети, що сигналізують про активність реле або перевищення порогових значень температури/вологості;
3. Дисплейні елементи — для відображення поточних значень сенсорів температури (DHT11, DS18B20), вологості, рівня води та активності руху;
4. Повзунки і таймери — для налаштування годування тварини або тривалості роботи окремих модулів.

Кожному елементу інтерфейсу в мобільному застосунку Blynk було призначено віртуальний пін, який відповідає конкретній функції або сенсору в кодї програми ESP32. Таким чином, забезпечується двосторонній зв'язок між користувачем і системою в режимі реального часу.

Використання Blynk дозволяє мінімізувати потребу у фізичному втручанні в роботу пристрою, забезпечуючи зручність і мобільність. Окрім того, інтерфейс можна адаптувати під індивідуальні потреби користувача — змінювати розташування елементів, додавати нові модулі або виводити додаткову діагностичну інформацію. Завдяки використанню Wi-Fi з шифруванням WPA2 та обмеженню доступу до авторизованих токенів, забезпечується базовий рівень безпеки підключення. Для підвищення надійності функціонування система може бути доповнена механізмом автоматичного перезавантаження при втраті з'єднання або збої у роботі сенсорів.

У перспективі передбачено розширення функціональності системи, зокрема:

1. Додавання камери для відеоспостереження за твариною;
2. Надсилання push-повідомлень у випадку критичних подій (низький рівень води, відсутність корму);
3. Створення резервного каналу зв'язку через GSM-модуль;
4. Інтеграція з голосовими помічниками (Google Assistant).

Результати та обговорення

Система стабільно виконує завдання, пов'язані з автоматизованим годуванням та дистанційним керуванням. Ключовою перевагою є здатність пристрою реагувати на зміну зовнішніх умов та ініціювати відповідні дії без участі користувача, що істотно знижує потребу в постійному нагляді.

Завдяки підключеним сенсорам здійснюється безперервний моніторинг параметрів середовища, а виявлення присутності тварини слугує додатковим тригером для запуску годівлі чи інших функцій. Система показала точність зчитування показників температури й вологості, оперативність обробки подій та швидке передавання даних на мобільний застосунок.

Мобільний інтерфейс, створений у середовищі Blynk, продемонстрував зручність у користуванні та гнучкість у налаштуваннях. Усі основні дії, як-от запуск подачі корму, перегляд показників чи керування освітленням, реалізуються інтуїтивно і не потребують спеціальних технічних знань.

Конструкція пристрою є відкритою до модифікацій: можна додати камеру, модуль GSM, вагові сенсори або голосове управління.

Це відкриває можливості для персоналізації системи відповідно до індивідуальних потреб користувача або умов експлуатації — від квартири до невеликого розплідника[3].

Висновки

Розроблена IoT-система годівнички на базі ESP32 є ефективним рішенням для автоматизації догляду за тваринами. Вона поєднує недорогі апаратні компоненти з сучасними хмарними сервісами, що дозволяє забезпечити гнучкість, енергоефективність та зручність користування.

У перспективі, розроблена архітектура та функціонал можуть бути успішно адаптовані та впроваджені в більш масштабних системах, таких як:

Мініферми: Для автоматизованого годування та моніторингу стану тварин у невеликих фермерських господарствах, що значно підвищить ефективність управління та зменшить людський фактор.

Системи Smart Home: Годівничка може стати інтегрованою частиною ширшої екосистеми "розумного дому", взаємодіючи з іншими пристроями для створення повністю автоматизованого та комфортного середовища для проживання.

Література

1. Жураковський Б. Ю., Зенів І. О. Технології Інтернету речей. — Київ : КПІ, 2021. — 248 с.
2. Пулеко І. В., Єфіменко А. А. Архітектура та технології Інтернету речей. — Житомир : ЖПУ, 2022. — 192 с.
3. Santos R. MicroPython Programming with ESP32 and ESP8266. — 2019. — 408 p.
4. Інтернет речей: плюси і мінуси [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.technocrats.com.ua> — (Дата звернення: 09.06.2025). — Назва з екрана.
5. Даташит ESP32 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32> — (Дата звернення: 09.06.2025). — Назва з екрана.
6. Тищенко К. В., Ткач О. П. Програмування систем збору і аналізу даних. — Суми : Сумський державний університет, 2022. — 168 с.

References

1. Zhurakovsky, B. Yu., Zeniv, I. O. Internet of Things Technologies. — Kyiv: KPI, 2021. — 248 p.
2. Puleko I. V., Yefimenko A. A. Architecture and Technologies of the Internet of Things. — Zhytomyr: ZhPU, 2022. — 192 p.
3. Santos R. MicroPython Programming with ESP32 and ESP8266. — 2019. — 408 p.
4. Internet of Things: Pros and Cons [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.technocrats.com.ua> — (Date of access: 09.06.2025). — Title from the screen.
5. ESP32 Datasheet [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32> — (Date of access: 09.06.2025). — Title from the screen.
6. Tishchenko K. V., Tkach O. P. Programming of data collection and analysis systems. — Sumy: Sumy State University, 2022. — 168 p.