

УДК 519.85

ЕКОНОМІЧНО ЕФЕКТИВНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ НА ОСНОВІ SoC

Чернявський Микола

д.ф-м.н., доцент, Карбовник Іван Дмитрович

Приватний заклад вищої освіти "ІТ СТЕП Університет", Україна

АНОТАЦІЯ. У роботі розглянуто використання систем на кристалі (SoC) та middleware платформи для розробки систем Інтернету речей (IoT). Порівнюючи SoC з мікроконтролерами, робота показує переваги інтегрованих рішень. Дослідження також включає аналіз конкретного SoC-плати Arduino Nano 33 IoT. Крім того, розглядається middleware платформа Arduino Cloud, як спосіб скорочення часу розробки та автоматизації рутинних завдань. Результати дослідження підтверджують переваги використання SoC та middleware для розробки економічно ефективних систем Інтернету речей.

Вступ. З розвитком технологій, невід'ємною частиною життя людини став *IoT* (*Internet of Things*). Концепція зв'язку звичайних пристроїв з Інтернетом, що дозволяє здійснювати передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами в автоматичному режимі. Сьогодні створення невеликого пристрою з набором сенсорів і доступом до Інтернету не вимагає значних затрат та може відбуватися за допомогою фреймворків та високо інтегрованих апаратних систем. Проте розробка повноцінної IoT системи тягне за собою залучення повного технологічного стеку, тож у зв'язку з цим з'являються нові засоби і платформи, правильне використання яких значно спрощує процес.

Мета роботи. Як зазначалося вище, інсталяція і підтримка IoT-інфраструктури може бути витратним процесом. Наприклад, встановлення сенсорів, підключення їх до мережі Інтернет, збір даних та їх аналіз вимагає витрат на обладнання, програмне забезпечення, технічну підтримку тощо. Компоненти повинні бути надійними і мати довгий термін служби, щоб не вимагати постійної заміни та ремонту, що вимагає додаткових ресурсів на обслуговування. Обробка великої кількості даних, що збирається з сенсорів, є нетривіальною задачею, що вимагає використання обчислювальних потужностей та програмного забезпечення. Метою дослідження є огляд використання технології SoC (системи на кристалі) та доступної middleware платформи для побудови IoT систем, як способу підвищення економічної ефективності системи моніторингу довкілля, через скорочення витрат ресурсів та впровадження елементів автоматизації розробки.

Основна частина роботи. Більшість систем будуються з використанням мікроконтролерів, але часто IoT системи вимагають обробку великих обсягів даних та проведення складних обчислень для подальшого прийняття рішень.[3] Мікроконтролери можуть мати обмежену потужність обробки і обсяг пам'яті, що сильно впливає на швидкість і продуктивність системи. Також обмежена кількість вхідних-вихідних портів може впливати на здатність до масштабування системи. Використовуючи SoC при проектуванні системи ми зможемо значно розширити її можливості та ефективність. SoC зазвичай мають потужні процесори та великий обсяг оперативної пам'яті, що дозволяє їм виконувати складні алгоритми та обробляти значні обсяги даних. SoC підтримують широкий спектр бездротових та проводових комунікаційних протоколів, таких як *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *Zigbee* та *LTE*. Це дозволяє реалізувати значний спектр функцій в одному пристрої, робить їх легкими для інтеграції в різноманітні

мережі та забезпечує сумісність з іншими пристроями та хмарними платформами. На додачу система кристалімають можливість розширення шляхом підключення додаткових модулів та розширювальних карт. Це дозволяє підключати більше сенсорів та периферії. Вибір конкретного *SoC* залежатиме від конкретних потреб і бюджету проекту.[4] На ринку існують різні варіанти, наприклад: *ESP8266*, *Raspberry Pi Zero*, *Particle Photon* та *Arduino Nano*. Ці системи розроблені спеціально для використання в *IoT* проектах і надають необхідні функції для збору даних з сенсорів та комунікації з хмарними платформами або іншими пристроями. Наприклад, розглянемо характеристики плати сімейства *Arduino Nano*. Плата *Arduino Nano 33 IoT* (Рисунок 1) є простим і дешевим рішенням для впровадження наявних, а також створення нових, пристроїв у системи *IoT*. Ця невелика, надійна та потужна плата має підключення *Wi-Fi* та *Bluetooth*, що у поєднанні з архітектурою з низьким енергоспоживанням робить її практичним та економічно ефективним рішенням для ваших проектів. Мозком плати *Arduino Nano 33 IoT* є 32-розрядний мікроконтролер фірми *Microchip (Atmel)-ATSAMD21G183* з обчислювальним ядром *ARM CortexM0*. За бездротовий зв'язок відповідає модуль *u-blox NINA-W102* із вбудованим чипом *ESP32*. Радіомодуль забезпечує підтримку *Wi-Fi 802.11b/g/n* у діапазоні *ISM 2,4 ГГц* і *Bluetooth BLE 4.2 (Bluetooth BR/EDR і Bluetooth з низьким енергоспоживанням)*. Крипточип *ATECC608A* зберігає криптографічні ключі в апаратному забезпеченні, гарантуючи дуже високий рівень безпеки для цього класу продуктів.

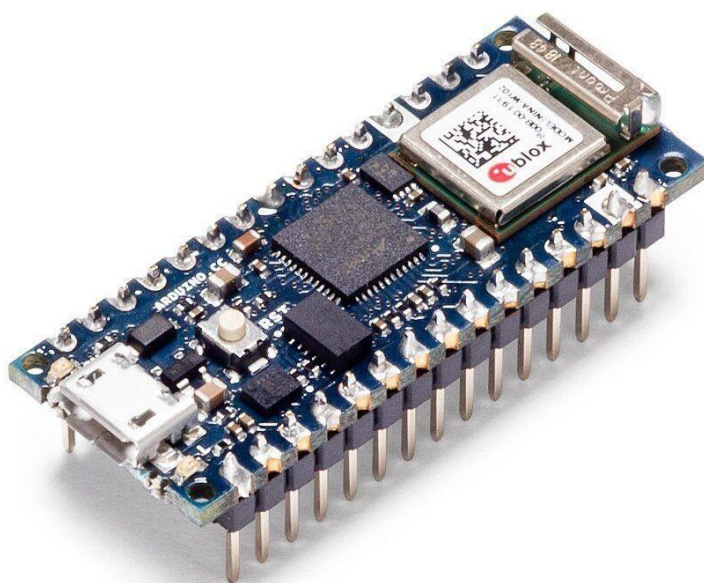


Рисунок 1 – Плата *Arduino Nano 33 IoT*

Важливим елементом підвищення ефективності системи на основі *Arduino Nano* може слугувати *middleware* платформа *Arduino Cloud*. Ця платформа надає потужні ресурси розробки, які розробник може використати централізовано, використовуючи єдиний обліковий запис.

Висновки. Використання *SoC* при реалізації *IoT* проектів це економічно ефективне рішення, оскільки це надає кілька важливих переваг. *SoC* поєднує на одному чіпі різні компоненти, такі як процесор, пам'ять, вхід/вихідні порти, комунікаційні інтерфейси тощо. Це дозволяє створювати компактні пристрої зі зменшеним обсягом компонентів і знижує витрати на обладнання та виготовлення. Ці системи зазвичай оптимізовані для енергоефективної роботи, що важливо для пристроїв *IoT*, які часто живляться від обмежених джерел енергії, таких як батареї.

SoC часто мають вбудовані комунікаційні модулі. Це дозволяє пристроям підключатися до мережі Інтернет або взаємодіяти з іншими пристроями без необхідності додаткових зовнішніх модулів. Також мають потужні процесори і вбудовану пам'ять, що дозволяє виконувати складні обчислення і обробку даних без необхідності підключення до хмарних серверів або зовнішніх обчислювальних ресурсів. *SoC* можуть бути програмовані для виконання різних завдань і функцій. За допомогою відповідного програмування і розробки програмного забезпечення, їх можна налаштувати для різних *IoT*-застосувань. На вищенаведеному прикладі плати *Arduino Nano33IoT* зрозуміло, що це рішення надає необхідні можливості та гнучкість для розробки *IoT* продуктів та значно заощаджує ресурси на етапі розробки, оскільки спрощує проектування системи, знімає з розробників обмеження у використанні складних алгоритмів і спрощує процес виготовлення прототипу та готового продукту. Додатково скоротити час на розробку та впровадження можна застосувавши можливості middleware платформи *Arduino IoT Cloud*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *ArduinoIoTCloudDocumentation*. URL: <https://docs.arduino.cc/arduino-cloud/getting-started/iot-cloud-getting-started>. – (дата звернення: 10.05.2023).
2. ПРИНЦИПИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ У СУЧАСНОМУ СВІТІ ТЕХНІКИ. URL: https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2020/6_2020/part_1/26.pdf. – (дата звернення: 10.05.2023).
3. *IoT-Based Multi-Sensor Healthcare Architectures and a Lightweight-Based Privacy Scheme*. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/11/4269>. – (дата звернення: 12.05.2023).
4. Чому варто вибрати бездротові системи на системі процесора для розробки апаратного забезпечення *IoT* як вибрати. URL: <https://www.dusuniot.com/uk/blog/why-choose-wireless-socs-for-iot-hardware-development-how-to-select/>

COST-EFFECTIVE SoC-BASED ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEM

Cherniavskiy Mykola,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Karbovnyk Ivan.

Private higher education institution "IT STEP University", Ukraine

ANNOTATION. The article deals with the issue of the efficiency of using microcontrollers and middleware for building *IoT* systems. The advantages of using system-on-a-chip and *IoT* platforms to reduce development time and automate routine tasks are highlighted.