

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ІОТ СИСТЕМ В СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Афанасьєв Ю.В.

Кафедра інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського,
Харківський національний університет радіоелектроніки,
Україна.

E-mail: yurii.afanasiev@nure.ua

Abstract

The introduction of modern infocommunication technologies is an integral component of the development of the economy and society of the leading countries of the world. Conceptual directions for the development and implementation of innovative projects are set out in the National Strategy "Ukraine 2030", one of which is the Internet of Things. This concept is considered as an ecosystem that ensures the combination of a large number of physical devices into a single project and requires taking into account a system of factors influencing its functioning. The work carried out research to analyze the content of classification characteristics of IoT devices. An analysis of architectural solutions of IoT systems was carried out, their features were determined depending on the functional purpose. It has been established that ensuring the effective functioning of complex organizational and technical systems is possible based on the combination of individual IoT devices into a single ecosystem.

Розвиток економік провідних країн світу базується на впровадженні сучасних технологій в різних сферах промисловості, забезпечення життєдіяльності населення. В умовах стрімкого розвитку інфокомунікаційних технологій, цифровізації економік відкриваються потенційні можливості щодо впровадження координальних змін в національний сектор економіки. Відображення даного підходу реалізовано в Національній стратегії "Україна 2030". Одними з ключових напрямків даної стратегії визначено перехід до цифрової економіки та розвиток цифрової інфраструктури. Інтелектуалізація технічних систем стала основою впровадження концепції інтернету речей (ІоТ), міжмашинної взаємодії (М2М) [1].

Відповідно до визначення, що наведено в Стратегії розвитку "Індустрія 4,0", "Інтернет речей – це об'єднана екосистема, в якій розумні фізичні, цифрові об'єкти та люди мають розширені можливості для доступу до даних" [2]. Збір, обробка, аналіз великої кількості різноманітних даних пов'язано із забезпеченням ефективного функціонування складних організаційно-технічних систем. Такі системи існують в різних сферах економічного сектору держав, що обумовлює доцільність їх дослідження для визначення особливостей побудови методів і моделей впровадження сучасних інфокомунікаційних технологій.

В роботі [3] авторами проведено дослідження щодо впровадження інноваційних технологій в сфері будівництва, які забезпечують її адаптацію в історичному та соціально-технологічному процесі. Визначено, що розгляд ІоТ проектів, як сфокусованих рішень конкретних задач, є суттєвим обмеженням щодо впровадження цифрових технологій, рівень яких виходить за межі комплексних проектів, таких як "Розумне місто". Цифровий рівень проектів продовжує своє функціонування після завершення будівництва, тож, в якості основи стратегії впровадження сучасних інформаційних технологій розглядається екосистемна концепція.

В роботі [4] проведено дослідження ІоТ екосистеми в аспекті забезпечення безпеки. Питання безпеки пов'язано із збереженням даних та забезпеченням конфіденційності користувачів та пристроїв. Дана проблема пов'язана з впровадженням інтернету речей майже у всі сфери життєдіяльності, де здійснюється обробка великої кількості даних, які мають різний характер. Окремі пристрої для збору даних виготовляються різними виробниками, що ускладнює формування стандартних підходів. Важливим питанням відмічається розробка методів, архітектури для ефективної інтеграції пристроїв в екосистемі ІоТ.

В роботі [5] авторами розглянуто питання щодо поєднання пристроїв в єдину мережу та проблем, які пов'язані з налаштуванням пристроїв, особливо при їх великій кількості, що є властивістю ІоТ екосистем. Таким чином, метою дослідження є аналіз ефективних підходів щодо збору, аналізу, управління даними в ІоТ екосистемах, аналіз їх архітектури з урахуванням особливостей завдань, що вирішуються.

Основою архітектури IoT є поєднання великої кількості пристроїв, які взаємодіють між собою на основі протоколів обміну даними. IoT пристрої мають різний склад, можливості, що є основою для їх групування за різними ознаками та подальшого аналізу. В таких групах розподіл IoT пристроїв здійснюється за класами, які відрізняються характеристиками, вимогами безпеки, які забезпечують; за якістю обслуговування, можливостями розгортання на місцевості, на заданих об'єктах; за типами операційних систем; за інфокомунікаційними технологіями, які забезпечують поєднання різноманітних сенсорів, систем в єдину мережу та обмін інформацією між ними. Особливістю концепції IoT екосистеми є також розробка та впровадження програмних продуктів, які забезпечують поєднання пристроїв, які мають різні програмні оболонки, тобто відмічається ознака гетерогенності на програмному рівні.

Розробка та впровадження IoT пристроїв направлена на задоволення визначених потреб користувачів на основі отримання вихідних даних від первинних джерел моніторингу, які поєднані в єдину мережу. Дана архітектура є базовою. Для визначення більш чітких меж між складовими IoT систем, можуть застосовуватись додаткові рівні, які розкривають зміст більш загальних рівнів.

В залежності від джерела надходження інформації, IoT системи можуть мати сервісно-орієнтовану архітектуру, архітектуру на основі використання хмарних ресурсів. Отримання даних реалізується на основі розробки платформ IoT, які поєднують програмне та апаратне забезпечення, що обумовлює наявність різних рівнів, що виконують задачі організації взаємодії між пристроями, обмін даними, в тому числі із хмарними ресурсами, підготовка звітів, відображення кінцевої інформації. Наявність різних за призначенням та функціональними можливостями пристроїв IoT їх класифікація може відбуватись за рівнем автоматизації, який характеризує можливості системи щодо під'єднання чи відключення окремих пристроїв, їх налаштування.

Аналіз даних потребує моніторингу заданих параметрів, їх збереження, що в подальшому дозволяє на основі кореляційного аналізу визначити ступінь взаємозв'язку, взаємовпливу між елементами IoT екосистеми, між якими відсутні безпосередні канали взаємодії. Питання зберігання даних потребує залучення великих ресурсів, що обумовлює застосування сучасних методів обчислення, що засновані, як приклад, на хмарних технологіях.

В залежності від сфер застосування, таких як транспорт, медицина та ін., за цією ознакою може відбуватись класифікація IoT пристроїв. Дослідження складних організаційно-технічних систем, наприклад аеропорти, свідчить про необхідність не тільки широкого впровадження концепції IoT в різних прикладних додатках окремих сфер, а також об'єднання їх в єдину комплексну систему – IoT екосистему. Прикладом актуальності даного напрямку досліджень підтверджена потребою урегулювання взаємодії різних систем в умовах впливу негативних факторів природнього чи антропогенного характеру. До таких впливів відносяться глобальна епідемія Covid, широкомасштабна військова агресія російської федерації проти України, паводки та ін. Наслідком вивчення проблемних сфер забезпечення життєдіяльності є розвиток IoT проектів для застосування в різних середовищах: під водою, під землею та ін. Класифікація за такою ознакою обумовлена впливом середовища на функціонування IoT пристроїв, наприклад умови розповсюдження електромагнітних хвиль, що потребує врахування при визначенні сфер застосування таких проектів та обмежень, що можуть виникати.

З метою формування комплексного уявлення про побудову та функціонування IoT пристроїв, як елементів екосистеми, необхідно вивчити первинну ланку, яка в основі представляю собою базову структуру всієї екосистеми за умови її масштабування та додавання додаткових компонентів, які необхідні для забезпечення функціонування.

Одним з прикладів IoT екосистем є "Розумне місто". В якості локального IoT компонента такої системи доцільно розглядати окрему квартиру, офіс, в яких розгортається система автоматизації для підвищення якості та безпеки життя конкретної особи.

На основі проведеного дослідження, щодо основних компонентів архітектури IoT пристроїв, розроблено програмно-апаратну модель для контролю та підтримання кліматичних параметрів з можливістю індивідуального налаштування. Особливостями запропонованого рішення є передбачення в системі управління режимів дистанційного керування через існуючу мережу телекомунікаційних засобів, що розгорнута в місті, а також автономний варіант керування. Вимога щодо ускладнення системи обумовлена залежністю всіх, без винятка програмно-апаратних засобів від джерел енергоживлення. На випадок впливу антропогенних факторів деструктивного характеру на функціонування енергомережі IoT пристрої можуть переходити на режим функціонування від резервних джерел. В даному випадку проблемним питанням є розгортання резервної системи управління. З урахуванням обмежень щодо часу функціонування в автономному режимі, додаткові складові IoT екосистеми повинні мати властивість швидкого розгортання та підключення. Відповідно, варіант, що запропоновано, має відкритий код, який дозволяє здійснюва-

ти також дистанційне налаштування системи. На рисунку 1 наведено результати моніторингу параметрів енергомережі за різні місяці на протязі року.

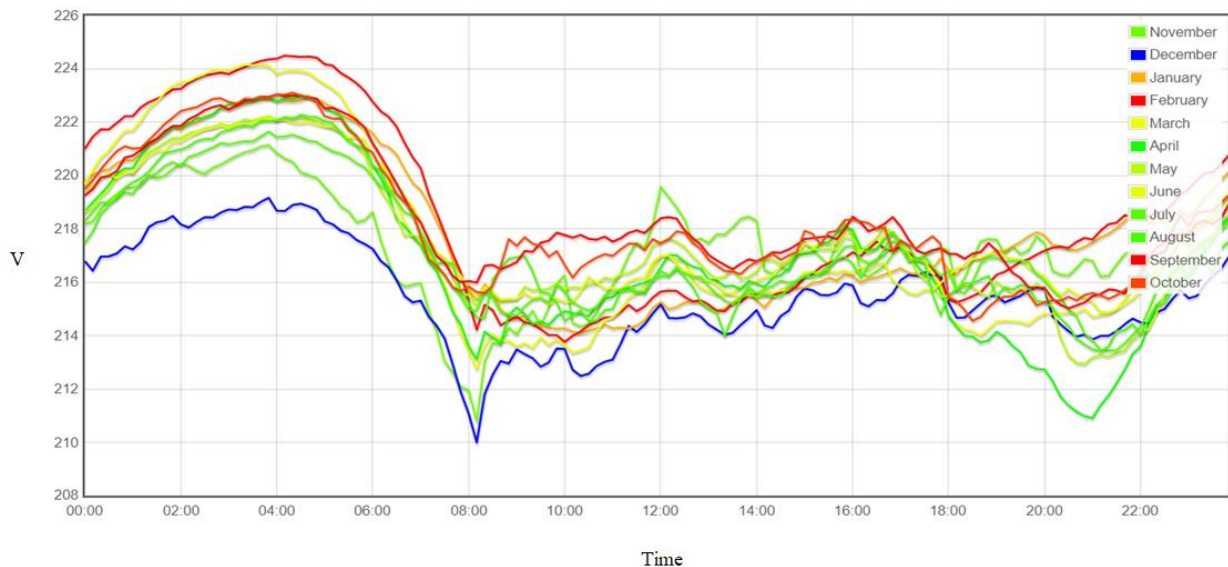


Рис. 1. Графік статистичних даних зміни напруги в енергомережі на протязі року

За результатами аналізу даних, що наведено, визначено, що за умови застосування IoT пристроїв стає можливим індивідуальний підхід до вимог споживачів. З огляду на варіанти масштабованих проєктів, це дозволить в подальшому реалізовувати заходи щодо ефективного використання енергоресурсів.

Таким чином, за результатами дослідження варіантів архітектури IoT пристроїв визначено, що їх окреме застосування створює умови для вирішення локальних питань щодо забезпечення функціонування установ, підприємств. Комплексне вирішення задачі щодо забезпечення ефективного функціонування складних-організаційно-технічних систем можливе за рахунок впровадження концепції IoT екосистеми, яка дозволяє враховувати сучасні досягнення в сфері інфокомунікаційних технологій.

Подальшим напрямком дослідження є інтелектуалізація складових IoT екосистем, що направлене на підвищення якості життя, його безпеки, охорони навколишнього середовища.

Література

1. Про затвердження Національної економічної стратегії на період до 2030 року [Електронний ресурс] // КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-п>
2. Стратегія розвитку “Індустрія 4.0”. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://mautic.appau.org.ua/asset/42:strategia-rozvitku-4-0-v3pdf>
3. Woodhead, R.M., Stephenson, P., & Morrey, D. (2018). Digital construction: From point solutions to IoT ecosystem. *Automation in Construction*.
4. Ahad, Mohd & Tripathi, Gautami & Zafar, Sherin & Doja, Faraz. (2020). IoT Data Management—Security Aspects of Information Linkage in IoT Systems. 10.1007/978-3-030-33596-0_18.
5. M. Tahir, Q. Mamoon Ashraf and M. Dabbagh, “Towards Enabling Autonomic Computing in IoT Ecosystem”, 2019 IEEE Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, Intl Conf on Cloud and Big Data Computing, Intl Conf on Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/CBDCCom/CyberSciTech), Fukuoka, Japan, 2019, pp. 646-651, doi: 10.1109/DASC/PiCom/CBDCCom/CyberSciTech.2019.00122.