

Бунке О.С.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ INTERNET OF THINGS НА ОСНОВІ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті досліджується зарубіжний досвід використання платформи Internet of Things на основі хмарних технологій. Системи Internet of Things є найбільш інноваційним рішенням щодо реалізації максимальної функціональності для підвищення продуктивності та ефективності. Фундаментальним принципом платформи Internet of Things на основі хмарних технологій є реалізація безперервного зв'язку між пристроями, компонентами та програмним забезпеченням. Визначено кількісний та вартісний складники використання платформи Internet of Things за секторами економіки. Зазначено дві основні сфери: охорона здоров'я та енергетика і комунальний сектор (джерела отримання енергії, розподіл та споживання енергії, розумне освітлення, інтелектуальна будівля, місто), за якими здійснено опис архітектури платформи та принципів реалізації Internet of Things. IoT у сфері охорони здоров'я здійснює аналіз розташування загальних компонентів IoT і пропонує опис стандартних налаштувань для заданих сценаріїв кожного окремого додатку в рамках IoTHeF. Формування даних здійснюється збиранням інформації з датчиків, її комутації та аналізу, останнім етапом є розшифровка результатів дослідником. Наведено топологію IoT в рамках охорони здоров'я та визначено основні додатки IoT в енергетиці і комунальному секторі. Доводиться економічна ефективність застосування платформи IoT в енергетиці і комунальному секторі за рахунок зниження споживання та мінімізації витрат на оплату комунальних послуг. Описано принципи автоматизації збору даних по енергетичним показникам загалом по підприємству, що адаптує розподіл ресурсів за секторами. Аналіз зарубіжного досвіду використання IoT на основі хмарних технологій зведено до таблиці, де розкрито рік впровадження платформи за різними секторами та аргументовано нормативну базу у рамках країни.

Ключові слова: Інтернет речей, хмарні технології, платформа, комп'ютерна програмна система, датчик, проектування, зарубіжний досвід.

Постановка проблеми. Можливості платформи Internet of Things (IoT) на основі хмарних технологій сьогодні важко переоцінити. Український IT-ринок пропонує автономні системи, які є фундаментальними для більшості інформаційних підходів. Системи на основі Internet of Things, це комбінація з апаратного забезпечення (компонент та датчик), яке контролюється та управляється, та програмного забезпечення (вихідний код, програми), які пов'язані між собою мережею, що своєю чергою дозволяє обмінюватися даними. Загалом системи Internet of Things можуть бути присутні всюди для створення технічних та соціально-економічних можливостей з прямою інтеграцією між фізичним світом та комп'ютерними програмними системами. Однак у контексті програмних IoT є низка проблем, таких як проектування, безпека, захист, конфіденційність, управління та регулювання, які необхідно враховувати під час проектування, моделювання, розробки, розвитку та ефективного використання систем, що застосовано на Internet of Things.

Зарубіжний досвід використання платформи Internet of Things на основі хмарних технологій ґрунтується на моделях архітектури програмного забезпечення, які ефективно використовуються у складних системах промислового виробництва. Архітектура програмного забезпечення для IoT спрямована на виявлення складнощів різноманітного обладнання, компонентів та мережевих протоколів для забезпечення безперебійної роботи, а також підвищення якості обчислень у системах IoT [1]. Наприклад, архітектурні компоненти (як модулі виконуваного коду) можуть забезпечити програмовані і стандартизовані інтерфейси для роботів побутової техніки, які можуть координувати один з одним за допомогою архітектурних роз'ємів (як передача повідомлень між модулями коду). Це означає, що наявні дослідження, кращі практики і принципи програмного забезпечення можуть використовуватися для моделювання, розробки, виконання та розвитку складних систем IoT, які задовольняють бажану функціональність, а також необхідну якість [2]. Проте є необхідність

вийти за рамки наявних досліджень для розробки архітектурних рішень на основі IoT, щоб підтримати виникаючі проблеми для програмно орієнтованих IoT [3–4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У поточному десятилітті спостерігається стійке зростання досліджень і розробок щодо архітектурних рішень для вирішення різних завдань, які варіюються від специфічних аспектів проектування, експлуатації, управління та безпеки для програмного забезпечення IoT [5].

В.Ш. Гіоргізова-Гай, А.О. Шеренковський [1] серйозно підійшли до розгляду питання використання шлюзів у системах IoT. Авторами виділено перелік головних функцій та основних характеристик шлюзів IoT і запропоновано критерії їх класифікації та порівняння. Виробників обладнання для реалізації системи IoT розкриває Л. О’Доннелл [2].

Короткий огляд апаратних платформ, типових архітектурних рішень і послуг для корпоративних інформаційних систем наведено на офіційному сайті компанії Hewlett Packard [3]. Огляд апаратних платформ включає опис усіх сфер застосування кожної окремої платформи, її технічні характеристики та переваги порівняно з аналогами.

Ю.М. Лисецький, Д.І. Калбазов [4] розглянули IoT-технології в контексті перспектив її розвитку в Україні. Вчені дійшли висновку, що незважаючи на те, що ця технологія добре зарекомендувала себе в США і розвинених європейських країнах,

в Україні механізми економічної аргументації для її широкого впровадження ще не відпрацьовані, а обсяг коштів, що виділяються на моніторинг екологічного стану на державному і на муніципальному рівні недостатній.

Із зарубіжних авторів варто відзначити роботи М. Beshley, М. Klymash [5], Ademir F.da Silva, Ricardo L.Ohta [6] та ін.

Незважаючи на масштабність наукових досліджень у сфері використання платформи Internet of Things на основі хмарних технологій, тема залишається вивченою не повною мірою та потребує подальших досліджень.

Постановка завдання. Цілі пропонованого дослідження зарубіжного досвіду платформи IoT на основі хмарних технологій використання полягають у тому, щоб:

(I) систематично дослідити специфічний для архітектури принцип, наявні рішення і кращі практики для програмного забезпечення IoT;

(II) проаналізувати сильні сторони, обмеження і тенденції, щоб точно визначити оптимальне рішення для архітектури програмного забезпечення IoT.

Виклад основного матеріалу дослідження. Масштаби використання платформи IoT на основі хмарних технологій поширюються на всі економічні сфери життя сучасної людини. IoT впроваджено у сфері охорони здоров’я, освітній сфері, промисловій сфері, логістиці, архітектурі, торгівлі (рис. 1). Системи IoT підтримують спроби використання інноваційних технологій та

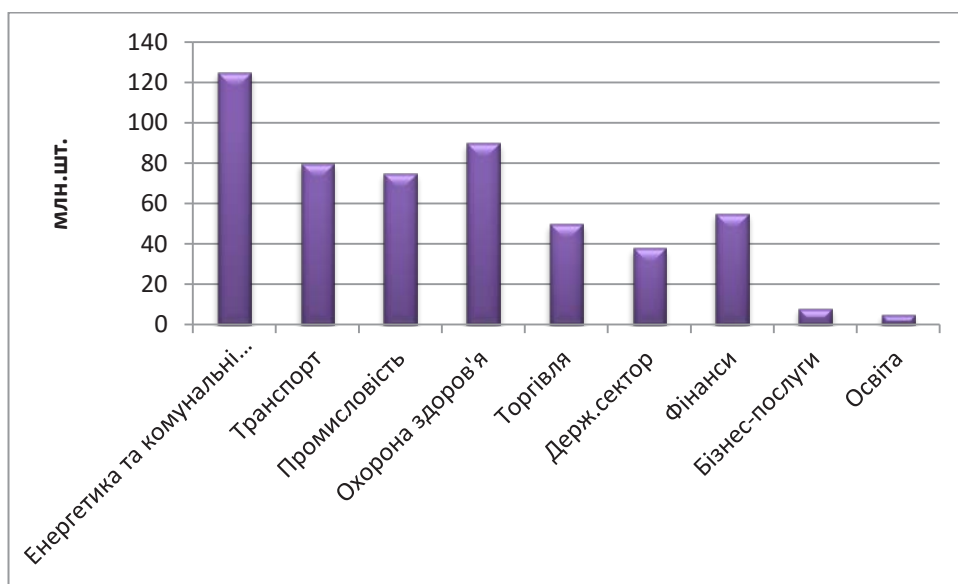


Рис. 1. Число пристроїв IoT за сферами економіки у світі, на 2019 рік

* Ovum, Machina Research

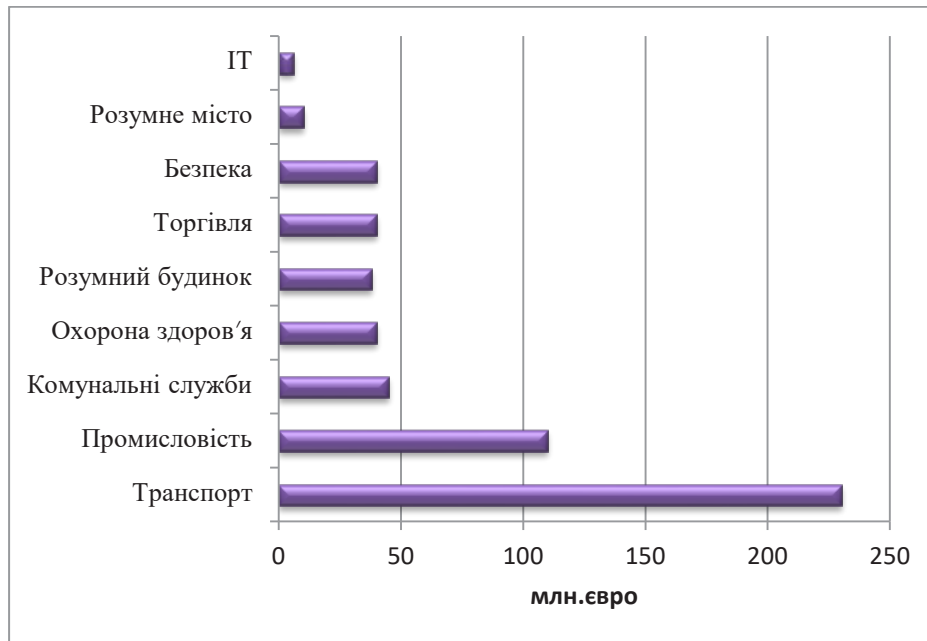


Рис. 2. Прогнозовані доходи ринку IoT за основними сферами економіки у світі на 2025 рік

* Ovum, Machina Research

функціональності для підвищення продуктивності та ефективності, що може бути досягнуто за допомогою безперервного зв'язку між пристроями.

Оскільки компоненти та датчики IoT, а також програмне забезпечення повинні взаємодіяти, їм необхідно «місце» для обміну інформацією, її обробки та зберігання. Налаштування окремої системи обміну є непрактичним та дорогим (витрати на утримання, модернізацію та забезпечення системи). Тому сьогодні розроблені та активно використовуються хмарні сервіси.

Сьогодні впровадження зарубіжної практики в енергетиці та комунальних службах, а також у сфері охорони здоров'я є найбільш перспективним. IoT в рамках охорони здоров'я (IoTHeF) обробляє розташування загальних компонентів IoT і описує деякі з них стандартні налаштування для заданих сценаріїв додатків в рамках IoTHeF. На рис. 3 представлений типовий IoT і хмарні обчислення в топології охорони здоров'я, що містить три основні елементи [6].

Видавець являє собою мережу підключених датчиків або ручних пристроїв, що відповідають за запис життєвих показників пацієнта, і безперервне посилення значної кількості життєво важливої інформації, такої як електрокардіограма (ЕКГ), електроміограма (ЕМГ), температура тіла, рівень глюкози в крові (РГ) і обсяг повітря, що вдихається і видихається легеньми хворого. Далі здійснюється аналіз і збереження оброблених

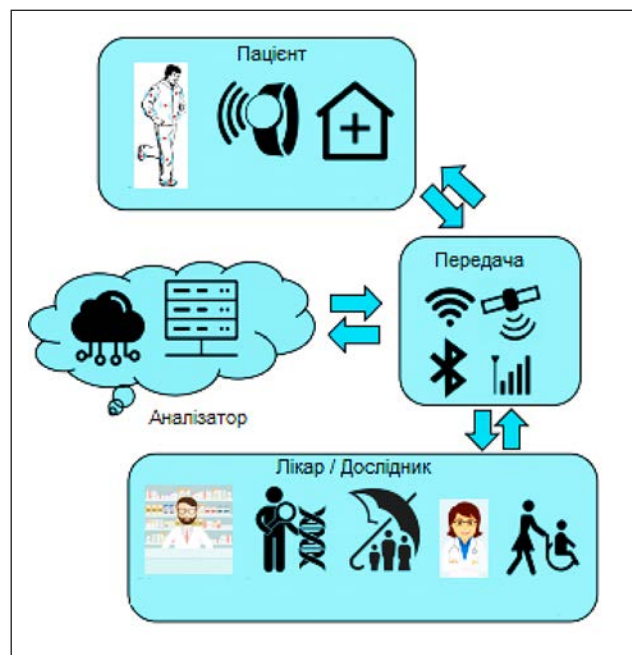


Рис. 3. Топологія для платформи IoT у сфері охорони здоров'я

* Kyungbok Min and Hyeonjoon Moon

даних у хмарі. Лікар, який безпосередньо контролює пацієнтів, може отримати доступ до даних з будь-якого розташування та зреагувати негайно, коли відбуваються несподівані інциденти. IoTHeF включає окремі компоненти в гібридну обчислювальну сітку, де кожному компоненту служить

конкретна мета на IoT і хмарних обчисленнях в мережі охорони здоров'я.

Структура або архітектура IoTNeF говорить про розташування фізичних компонентів IoT та методів зв'язку між інтелектуальними пристроями. Базова структура для інтеграції IoT і хмарних обчислень у рішення smart health була запропонована у роботі [7] «Бездротові сенсорні мережі в біомедичних засобах: бездротові мережі у розвитку Європи та MENA в галузі інформаційних та комунікаційних технологій». У цій структурі сенсорні вузли використовувалися для спостереження за пацієнтами, збору даних, а потім всі зібрані дані передавалися в мережу вузлів-приймачів.

Кожен вузол системи був ідентифікований і доступний через IPv6. Усі вузли в мережі були фіксованими, а вузли-приймачі грали роль шлюзу шляхом підключення до локальних комп'ютерів через послідовні порти. Таким чином шлюз контролював доступ до Інтернету, діючи як пограничний маршрутизатор, і він також функціонував як фрагментація пакетів IPv6. Сервер Big data back-end був побудований для підтримки збору і розміщення даних. Він може бути розгорнутий на хмарі або віддаленому центрі обробки даних для постійного зберігання даних. Користувачі можуть отримувати доступ, змінювати і запитувати дані через Інтернет або пріоритетні канали, призначені для обробки та аналізу даних.

Додатки IoT в енергетиці і комунальному секторі поділяються на наступні сфери:

1) IoT у джерела отримання енергії:

Датчики IoT прикріплені до обладнання виробництва енергії в електростанціях. Вони допомагають підвищити ефективність і скоротити час простою і витрат на технічне обслуговування. Обладнання можна підтримувати на оптимальному рівні через безперервний контроль за допомогою датчиків. Підключення обладнання також дозволяє здійснювати децентралізацію виробництва енергії. Енергія, отримана з різних джерел (розподілена генерація), може бути врахована для розподілу.

2) IoT в розподілі енергії:

Енергія (електрика), що виробляється з різних джерел, розподіляється споживачам за допомогою мережі. Інтелектуальні мережі на основі інтернету речей можуть автоматично виявити збій у розподільній мережі і негайно передати розподілену електроенергію для обслуговування області, порушеної збоєм. Інтелектуальна сітка може визначити точні точки збою і забезпечити

більш швидке відновлення, не зачіпаючи клієнтів. Інтелектуальні мережі також можуть визначати потреби в електроенергії в реальному часі і запобігати втраті потужності, розподіляючи тільки необхідну кількість енергії через мережу.

3) IoT у споживанні енергії:

Використовуючи IoT для підключення пристроїв в будинку або офісі, споживачі можуть отримувати дані про споживання енергії і використовувати їх для налаштування своєї поведінки і економії енергії.

Інтелектуальні лічильники дозволяють споживачам зрозуміти свої моделі споживання енергії і скільки енергії споживають їх побутові або офісні пристрої. Вони можуть вжити відповідних заходів, коли пристрій споживає більше енергії, ніж це необхідно. Інтелектуальні лічильники також можуть контролювати час споживання разом з кількістю споживаної потужності. Це дозволяє комунальним компаніям пропонувати клієнтам стимули, такі як пікові і непікові часові ціни.

4) Розумне освітлення:

Одним з видів інтелектуального освітлення є підключена лампа розжарювання, яка підключена до інтернету і може управлятися додатком на мобільному телефоні користувача.

5) Інтелектуальна будівля

Інтелектуальна будівля поєднує основні системи великої будівлі, такі як опалення, освітлення, і забезпечує детальний огляд їх роботи. Це дозволяє менеджерам будівель приймати більш ефективні рішення. Таким чином, будівельні менеджери мають інструменти для роботи в напрямку зниження енергоспоживання будівлі.

Нормативно-правове підґрунтя використання IoT у зарубіжних країнах наведено у табл. 1.

Енергетичний сектор є одним з найбільших додатків IoT. Енергозбереження та енергоефективність у всьому енергетичному секторі є пріоритетом у всьому світі, і IoT є одним з основних чинників досягнення цієї ефективності.

Висновки та перспективи подальших досліджень. За проведеними дослідженнями зарубіжні науковці стверджують, що Інтернет речей є провідною технологією, яка вносить необоротну трансформацію в організацію сучасних виробничих і бізнес-процесів. Перехід на концепцію IoT відбувається за рахунок формування крос-індустріальних відкритих (по горизонталі і вертикалі) виробничо-сервісних екосистем, які об'єднують безліч різних інформаційних систем управління різних підприємств і задіюють безліч різних пристроїв.

Нормативно-правове підґрунтя використання IoT: зарубіжний досвід

№	Країна	Рік	Застосування	Документ
1	США	2017	Так	Fostering the Advancement of the Internet of Things. Available online: https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/iot_green_paper_01122017.pdf
2	Китай	2018	Так	Made in China 2025. Available online: http://isdpeu/content/uploads/2018/06/Made-in-ChinaBackgrounder.pdf China IoT in Healthcare White Paper. Available online: http://global.chinadaily.com.cn/a/201809/14/WS5b9bb789a31033b4f465629c.html
3	Японія	2016	Так	General Framework for Secured IoT Systems. Available online: https://www.nisc.go.jp/active/kihon/pdf/iot_framework2016.pdf
4	Південна Корея	2019	Ні	Розробка проекту
5	Росія	2016	Так	Российский рынок Интернета вещей . Доступный онлайн: https://iot.ru/upload/Russia%20Internet%20of%20Things%20market.документ.pdf
6	Індія	2019	Так	Digital India Program of the Government. Available online: https://www.digitalindia.gov.in/
7	Данія	2018	Так	Digital Growth Strategy. Available online: https://eng.em.dk/media/10566/digital-growth-strategyreport_uk_web-2.pdf
8	ЄС	2015	Так	Alliance for Internet of Things Innovation. Available online: https://aioti.eu/

На основі зазначеного очевидно застосування складних бізнес-процесів, які дозволять в автоматичному режимі здійснювати оптимізаційне управління (наскрізний інжиніринг) різного роду ресурсами через весь ланцюжок поставок і створення вартості продукції – від розробки

ідеї, дизайну, проектування до виробництва, експлуатації і утилізації. Реалізація запропонованого механізму автоматизації можлива лише за повного впровадження в усі сектора сучасної економіки платформи IoT на основі хмарних технологій.

Список літератури:

1. Гюргізова-Гай В.Ш., Шеренковський А.О. Шлюзи в системах IoT. *Системний аналіз та інформаційні технології SAIT 2018*: матеріали 20-ї Міжнародної науково-технічної конференції (Київ, 22 травня, 2018 р.). Київ, 2018. С. 217–218.
2. О'Доннелл Л. 15 наиболее продвинутых производителей оборудования Интернета вещей. 2017. URL: <http://www.pcweek.ua/themes/detail.php?ID=155790> (дата обращения: 20.10.2019)
3. Короткий огляд апаратних платформ, типових архітектурних рішень і послуг для корпоративних інформаційних систем. 2018. *Офіційний сайт компанії Hewlett Packard*. URL: <https://h20195.www2.hp.com/v2/GetPDF.aspx/c04771945.pdf> (дата звернення: 20.10.2019).
4. Лисецький Ю.М., Калбазов Д.І. Технологія Internet of Things. *Математичні машини і системи*. 2019. № 2. С. 43–50.
5. SOA quality management subsystem on the basis of load balancing method using fuzzy sets / M. Beshley, M. Klymash, B. Strykhalyuk, O. Shpur, B. Bugil, I. Kagalo. *International Journal of Computer Science and Software Engineering (IJCSSE)*. 2015. Vol. 4. Iss. 1. P. 10–21.
6. da Silva, A. F., Ohta, R. L., dos Santos, M. N., & Binotto, A. P. A cloud-based architecture for the internet of things targeting industrial devices remote monitoring and control. *IFAC-PapersOnLine*. 2016. Vol. 49(30). P. 108–113.
7. Abidi, B., Jilbab, A., & Haziti, M. E. Wireless sensor networks in biomedical: Wireless body area networks. *In Europe and MENA Cooperation Advances in Information and Communication Technologies*. Springer, Cham. 2017. P. 321–329.

Bunke A.S. FOREIGN EXPERIENCE OF USING THE INTERNET OF THINGS PLATFORM BASED ON CLOUD TECHNOLOGIES

The article examines the foreign experience of using the Internet of Things platform based on cloud technologies. Internet of Things systems is the most innovative solution to implement maximum functionality to improve performance and efficiency. The fundamental principle of the cloud-based Internet of Things platform

is to implement continuous communication between devices, components, and software. The quantitative and cost component of the use of the Internet of Things platform by sectors of the economy is determined. There are two main areas: health and energy and the public sector (energy sources, distribution and consumption of energy, intelligent lighting, intelligent building, city), on which the description of the architectural platform and the implementation of the principles of Internet of Things is carried out. Health IoT analyzes the location of common IOT components and provides a description of the default settings for the given scenarios of each individual application within IoTheF. The formation of data is carried out by collecting information from sensors, its switching and analysis, the last stage is the decoding of the results by the researcher. The topologies of IoT in healthcare are given and the main applications of IoT in the energy and utilities sector are defined. The economic efficiency of the IoT platform application in the energy and utilities sector is increased by reducing consumption and minimizing utility costs. The principles of automation of data collection on energy indicators in General are described in the article, which adapts the distribution of resources by sectors. The analysis of foreign experience in the use of IOT based on cloud technologies is summarized in the table, which reveals the year of implementation of the platform in different sectors and argues for the regulatory framework within the country.

Key words: *Internet of things, cloud technologies, platform, computer software system, sensor, design, foreign access.*