

# АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ЩОДО ВИБОРУ АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ЗА РЕАЛЬНИХ УМОВ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*У роботі розглянуто характеристики архітектур інформаційної системи на основі Інтернету речей за реальних умов. Проаналізовано підходи щодо вибору архітектури інформаційної системи.*

**Ключові слова:** інформаційна система, архітектура, рівні, Інтернет речей.

## **Abstract**

*The article considers the characteristics of information system architectures based on the Internet of Things under real conditions. Approaches to the choice of information system architecture are analyzed.*

**Keywords:** information system, architecture, levels, Internet of Things.

## **Вступ**

Архітектура інформаційної технології або системи – це комплекс взаємопов’язаних рішень на базі основоположних принципів вибору стандартів та технологій для створення взаємодіючих програм в інформаційній системі, а також для формування вимог до необхідних для розробки та функціонування цих програм технологічних, технічних та інших видів забезпечення. Архітектура інформаційної системи включає в себе детальний опис дизайну, змісту, перелік обладнання, програмне забезпечення та мережеві потужності комп’ютеризованої системи. Архітектуру будь-якої інформаційної системи можна розглядати як план, що демонструє як об’єднані системи обробки даних, телекомунікаційні мережі та дані. В контексті Інтернету речей, архітектура інформаційної системи є структурою, яка визначає фізичні компоненти, функціональну організацію та конфігурацію мережі, робочі процедури та формати даних, що використовуються.

Задача дослідження полягає в аналізі підходів щодо вибору архітектури інформаційних систем на основі Інтернету речей за реальних умов.

## **Характеристика архітектур інформаційних систем на основі Інтернету речей**

Однією з основних задач при розробці технічного рішення розгортання систем Інтернету речей є визначення еталонної архітектури, що підтримує поточні функції та майбутні розширення. З огляду на це, така архітектура має бути: масштабованою, інтероперабельною, дистрибутивною, безпечною [1]. Не існує єдиної еталонної архітектури, оскільки вона охоплює багато технологій [2]. Створення такої архітектури є доволі складним процесом, незважаючи на численні умови по стандартизації.

Незважаючи на відсутність еталонної архітектури, базовою вважається трирівнева архітектура. Вона складається з трьох рівнів (шарів): рівень сприйняття, мережевий рівень та прикладний рівень [3]. Рівень сприйняття – це фізичний рівень об’єктів, які взаємодіють із навколишнім середовищем шляхом збирання та обробки інформації. До цього рівня відносяться об’єкти, які мають можливість взаємодіяти із зовнішнім світом та володіють обчислювальними потужностями. Це можуть бути граничні пристрої, датчики, приводи. Мережевий рівень відповідає за з’єднання рівня сприйняття з фізичним рівнем. Він призначений для передачі та обробки даних, які надходять із датчиків. Рівень додатків призначений для взаємодії з користувачем.

П'ятирівнева архітектура складається із п'яти рівнів: сприйняття, мережевого, проміжного програмного забезпечення, прикладного, бізнес-рівня [4]. Дана архітектура заснована на трирівневій. Різниця між ними полягає в наявності 2 додаткових рівнів. Рівень проміжного програмного забезпечення має деякі розширені функції, такі як: зберігання, обчислення, обробка, можливості виконання дій. Він зберігає весь набір даних і на основі їх адреси та імені пристрою надає відповідні дані цьому пристрою. На даному рівні, також, можливе прийняття рішень на основі обчислень, набори даних для яких отримані від датчиків. Бізнес-рівень передбачає створення блок-схем, графіків, аналіз результатів та способів покращення. На цьому рівні виділяють різні вимоги до управління, бізнес-логіки, які необхідні координувати для створення стійкої архітектури, яка здатна забезпечити постійну цінність для бізнесу та кінцевих користувачів.

Архітектура граничних обчислень – це горизонтальна архітектура, яка забезпечує розподілене обчислення, зберігання даних та можливості керування [5]. Дана архітектура включає в себе всі активні пристрої, датчики, сервери. Граничні обчислення виконуються на межі мережі або поруч із нею. Обробка відбувається або всередині пристрою, або поруч із ним, тому на центральний сервер подається менше даних. Більшість операцій відбувається у режимі реального часу. Архітектура граничних обчислень дозволяє виконувати обробку швидше за рахунок зменшення затримки. На базовому рівні архітектура складається з двох рівнів (не враховуючи центр обробки даних, хмару та корпоративний рівень): граничного пристрою та проміжного серверу. Рівень граничного пристрою складається із апаратних компонентів (датчиків, пристроїв та виконуваних механізмів). Рівень проміжного серверу містить шлюз IoT та інші сервери, які полегшують зв'язок, розвантажують функції обробки та керують діями на периферії, перед їх відправленням в центр обробки даних або на хмару. Попередня обробка даних знижує обмеження пропускної здатності та оптимізує об'єм даних, що надсилаються в іншу частину системи.

У хмарному типі архітектури великий об'єм даних, що генерується об'єктами зберігається, оброблюється та надається користувачу через сервіси, які доступні з хмари [6]. Даний тип архітектури складається з трьох основних рівнів: пристроїв, шлюзу та хмари. Мережа бездротових пристроїв відповідає набору датчиків та виконавчих механізмів, які підключені до системи, яку необхідно відстежувати та контролювати. Шлюз перетворює повідомлення, які надходять із бездротової мережі у мережевий протокол. Перетворені повідомлення використовуються хмарною службою, яка після оцінки стану системи може надсилати команди виконавчим механізмам у контрольованій мережі.

Архітектура туману пропонує використання послуг кінцевих пристроїв для цілей обчислення, зберігання, обробки. Архітектура складається з фізичних та логічних елементів у вигляді апаратного та програмного забезпечення для реалізації мереж IoT [7]. Даний тип архітектури складається з таких рівнів: пристроїв, туманних вузлів, сукупних вузлів, хмари, локального сервера. Пристрої підключені до мережі IoT з використанням бездротових технологій. Ці пристрої постійно генерують дані у великих кількостях. Будь-який пристрій з функціями обчислення, зберігання та мережевим підключенням називається туманним вузлом. Декілька вузлів туману розподіляються по великій області, щоб забезпечити підтримку кінцевих пристроїв. Прикладами таких вузлів є комутатори, вбудовані сервери, контролери, маршрутизатори. У них оброблюються високочутливі дані. У кожного туманного вузла є сукупний вузол туману. Він аналізує дані від секунд до хвилин. Зберігання даних на цих вузлах може тривати декілька годин або днів. Вузли використовуються для обробки середніх конфіденційних даних. Усі сукупні вузли пов'язані із хмарою. Дані, що не залежать від часу або менш важливі дані оброблюються, аналізуються та зберігаються у хмарі. Часто архітектура туманних обчислень використовує приватний сервер/хмару для зберігання конфіденційних даних. Ці локальні сховища, також, корисні для забезпечення безпеки та конфіденційності даних.

### **Аналіз підходів щодо вибору архітектури інформаційних систем**

Трирівнева архітектура визначає основну ідею Інтернету речей, але її не достатньо для досліджень, оскільки вони часто зосереджені на більш тонких аспектах IoT. Використання трирівневої архітектури дає можливість оновлювати стек технологій одного рівня, не торкаючись інших. Такий підхід дозволяє різним командам розробників працювати над своїми областями знань. Дана архітектура дозволяє масштабувати додатки вгору та вниз. Трирівнева архітектура забезпечує надійність та незалежність базових серверів та служб. Трирівнева архітектура – це гарний спосіб організації інформаційної системи, але дана архітектура обмежена по об'єму. У зв'язку із цим використовують п'ятирівневу

архітектуру, яка включає рівень проміжного програмного забезпечення та бізнес-рівень на додаток до рівнів, які має тривінева архітектура.

Використання хмарного типу архітектури вирішує проблеми із затримкою та покращує вимоги до обробки даних. Це забезпечує хороший доступ до даних та датчиків. Даний тип архітектури є гнучким, що приводить до кращого аварійного відновлення та забезпечує високий рівень безпеки.

Створення архітектури на основі граничних обчислень є правильним рішенням, якщо необхідно мінімізувати затримку із передачею та обробкою масивів даних. Використання цієї архітектури дозволяє заощадити пропускну здатність, уникаючи надмірного збільшення пропускну здатності на хмарі. Архітектура на основі граничних обчислень дозволяє вирішити деякі проблеми безпеки, оскільки багато рішень приймаються в підмережі та не піддаються ризикам, що надходять з мережі Інтернет.

Архітектура на основі туманних обчислень допомагає створювати мережеві з'єднання з малою затримкою між пристроями та їх кінцевими точками аналітики. Ця архітектура заощаджує необхідну пропускну здатність порівняно з хмарною. Її можна використовувати у випадках, де для передачі даних не потрібне широкоплатне з'єднання. Використання архітектури забезпечує кращу безпеку; заощаджує пропускну здатність мережі; дозволяє швидше приймати рішення; забезпечує кращу конфіденційність даних користувачів; забезпечує скорочення затримки, оскільки дані аналізуються локально. Вузли туману можуть витримувати суворі умови навколишнього середовища.

Архітектура систем IoT часто описується як чотирьохетапний процес, в якому дані передаються від датчиків через мережу до центра обробки даних або до хмари для обробки, аналізу та зберігання. Створення інформаційної системи на основі Інтернету речей за реальних умов необхідно розпочати з постановки задачі, яку буде вирішувати ця система. Наступним кроком є визначення умов реалізації інформаційної системи, зокрема архітектури. Архітектуру інформаційної системи обирають з огляду: як буде організовано передачу даних та живлення датчиків; яким чином будуть розподілені потоки інформації, де та як відбуватиметься аналіз отриманих даних; як будуть вирішені проблеми безпеки, які протоколи буде використано; як керувати великою кількістю пристроїв. Оскільки не існує еталонної архітектури, під час вибору орієнтуються на описані запитання. Потрібно зрозуміти як розподілити інформаційні потоки у системі. Для аналізу показників можуть використовуватись різні характеристики. Що більше буде використано датчиків, то більшим буде навантаження на сервер, куди буде передано показники. Функціонування мережі залежить від розміщення вузлів та навколишнього середовища, що впливає на розповсюдження сигналу між вузлами. Зі збільшенням кількості вузлів мережі, що приймають участь у ній, збільшується дальність дії та надійність. Для забезпечення оптимального каналу зв'язку розміщення вузлів є важливим аспектом, який необхідно врахувати при проектуванні мережі. Необхідно визначитись з тим, як будуть передаватись дані, оскільки кожен пристрій приймає участь в 2-х типах обміну: команда від серверу – відповідь серверу, асинхронні події від пристрою до сервера. Команди використовуються для зміни стану пристрою та його налаштування. Події генеруються у випадку, коли з'являється інформація для серверу. Залежно від кількості пристроїв та відстані, на якій вони розташовані обирають протокол передачі даних. Налагодивши обмін між пристроями та шлюзом, залишається налаштувати лише сервер.

## Висновок

Отже, в результаті дослідження було проаналізовано підходи щодо вибору архітектури інформаційної системи на основі Інтернету речей за реальних умов. Розглянуто найбільш відомі архітектури, які використовуються для створення інформаційних систем.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Abdmeziem, M.R.; Tandjaoui, D.; Romdhani, I. Architecting the Internet of Things: State of the art. *Sens. Clouds* 2015, 36, 55–75.
2. Al-Fuqaha, A.I.; Guizani, M.; Mohammadi, M.; Aledhari, M.; Ayyash, M. Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* 2015, 17, 2347–2376.
3. IoT Architecture Challenges and Issues: Lack of Standardization / S.Al-Qaseemi, H. Almulhim, M. Almulhim, S. Chaudhry. // *FTC 2016 - Future Technologies Conference 2016.* – 2016. – №978. – С. 731–738.

4. Zhong C. Study on the IOT Architecture and Gateway Technology / C. Zhong, R. Huang. // 14th International Symposium on Distributed Computing and Applications for Business Engineering and Science. – 2015. – №978. – С. 196–199.
5. Al-Fuqaha, A.I.; Guizani, M.; Mohammadi, M.; Aledhari, M.; Ayyash, M. Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. IEEE Commun. Surv. Tutor. 2015, 17, 2347–2376.
6. Botta, A.; De Donato, W.; Persico, V.; Pescapé, A. Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey. Futur. Gener. Comput. Syst. 2016, 56, 684–700.
7. Sabireen H. A Review on Fog Computing: Architecture, Fog with IoT, Algorithms and Research Challenges / H. Sabireen, V. Neelanarayanan. // School of Computer Science and Engineering. – 2021. – С. 162–176.

**Гончаренко Дмитро Валерійович** – аспірант, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: honcharenko.d98@gmail.com

**Мокін Віталій Борисович** – д-р. техн. наук, проф., завідувач кафедри САІТ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vbmokin@vntu.edu.ua

**Honcharenko Dmytro V.** – graduate student, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: honcharenko.d98@gmail.com

**Mokin Vitalii B.** – Dr. Tech. Sciences, Prof., Head of the Chair of SAIT, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vbmokin@vntu.edu.ua