

ДОСЛІДЖЕННЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ І ПЛАТФОРМ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЗАСТОСУНКІВ IoT

¹Poonam Yadav, ¹Mohit Bidikar, ²Осипчук С.О., ²Родічев І.Д.

¹ Department of Computer Science, University of York, England

² Навчально-науковий інститут телекомунікаційних
систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: poonam.yadav@york.ac.uk, mb2596@york.ac.uk,
osypchuk.serhii@iit.kpi.ua, rodichev.igor@iit.kpi.ua

CLOUD SERVICES AND PLATFORMS RESEARCH FOR IOT APPLICATIONS DEPLOYMENT

The paper analyzes, considers selection criteria, and provides examples of choosing cloud services and platforms for building IoT applications.

В роботі проведено аналіз, розглянуто критерії вибору та наведено приклади вибору хмарних сервісів і платформ для побудови застосунків IoT.

Постановка завдання. У проектуванні і впровадженні сучасних IoT застосунків одним із ключових технічних рішень є вибір середовища для розгортання і впровадження функцій передавання, збереження і обробки інформації для функціонування IoT застосунку. Таке рішення приймається на основі специфіки застосунку IoT, його користувачів, кількості даних, необхідності масштабування застосунку, та бюджету для впровадження IoT застосунку. Отже, знання сучасних хмарних сервісів і платформ для побудови застосунків IoT є актуальним знанням сучасного інженера інфокомунікаційних систем.

Сучасні хмарні сервіси відіграють ключову роль у розвитку IoT-екосистем, забезпечуючи зручні інструменти для збору, обробки та аналізу даних. До найбільш популярних рішень належать AWS IoT, Azure IoT Hub, Google Cloud IoT, IBM Watson IoT та інші. Вони пропонують різні підходи до управління пристроями, забезпечення безпеки, масштабованості та інтеграції. Вибір конкретної платформи залежить від вимог до продуктивності, аналітичних можливостей та підтримки специфічних протоколів зв'язку.

Критерії вибору IoT-платформи. Вибір оптимальної IoT-платформи залежить від низки ключових критеріїв (Табл. 1), таких як аналітика, машинне навчання, зберігання даних, інтеграція з пристроями, вартість рішення, тощо.

Розширені аналітичні можливості та підтримка машинного навчання є критичними для побудови інтелектуальних IoT-систем. Наприклад, AWS IoT Greengrass дозволяє виконувати локальну обробку даних, тоді як Google Cloud IoT інтегрується з Google AI для складного аналізу даних. Наявність

інструментів для аналітики та прогнозування допомагає оптимізувати роботу IoT-систем і зменшити витрати.

Обсяг, тип та швидкість доступу до даних є важливими факторами при виборі платформи. AWS надає такі сервіси, як S3 та DynamoDB для масштабованого зберігання, тоді як Azure IoT Hub інтегрується з Cosmos DB для роботи з великими масивами інформації. Важливо враховувати не лише можливості збереження, а й витрати на обробку та доступ до даних.

Таблиця 1. Критерії вибору хмарних IoT-платформ [1-3].

Критерій	AWS IoT Core	Azure IoT Hub	Google Cloud IoT	IBM Watson IoT	ThingSpeak
Підтримка протоколів	MQTT, HTTPS, WebSockets	MQTT, AMQP, HTTPS	MQTT, HTTP, CoAP	MQTT, HTTP	MQTT, HTTP, CoAP, WebSockets
Зберігання даних	S3, DynamoDB, Timestream	Cosmos DB, Blob Storage	Cloud Storage, Bigtable	Cloudant, Db2	PostgreSQL, InfluxDB (залежно від конфігурації)
Масштабованість	Висока, автоматичне масштабування	Висока, гнучкі сервіси	Висока, підтримка глобальних IoT-мереж	Висока, орієнтація на бізнес-рішення	Від середньої до високої, залежить від розгортання
Локальна обробка	AWS IoT Greengrass	Azure IoT Edge	Edge TPU, Cloud Functions	Edge Analytics	Можлива через сторонні рішення
Аналітика та машинне навчання	AWS IoT Analytics, Greengrass ML	Вбудована аналітика, інтеграція з Azure AI	BigQuery, AutoML, Google AI	IBM Cloud AI, Watson Analytics	Обмежена, залежить від інтеграцій
Вартість	Pay-as-you-go, безкоштовний рівень	Pay-as-you-go, безкоштовний рівень	Pay-as-you-go, є безкоштовний рівень	Дорого для корпоративних рішень	Безкоштовно і низька за хостинг та розширення

Підтримка широкого спектру протоколів зв'язку є необхідною умовою для IoT-платформи. Як показано у Табл. 1, у категорії "Зберігання даних" переміг AWS IoT Core, завдяки гнучкому та масштабованому зберіганню (S3, DynamoDB, Timestream). Найкращою платформою за "Підтримкою протоколів" став Azure IoT Hub, оскільки підтримує MQTT, AMQP та HTTP, що забезпечує універсальність підключення. За "Масштабованістю" лідерами є AWS IoT Core та Google Cloud IoT, оскільки обидві платформи надають автоматичне масштабування для великих IoT-мереж. У категорії "Вартість" переможцем стало open-source рішення ThingSpeak оскільки воно забезпечує найдешевший варіант для гнучких IoT-рішень.

У той же час, варто пам'ятати, що кожна платформа має свої переваги і недоліки для реалізації продукту, в залежності від специфічних вимог IoT застосунку.

Приклади вибору IoT-платформи. У табл. 2 наведені приклади IoT застосунків, IoT платформи для розгортання і хостингу IoT застосунків, та особливості реалізації IoT застосунку на вибраній платформі.

Таблиця 2. Приклади вибору IoT платформи для IoT застосунку.

IoT застосунок	IoT платформа	Особливості реалізації IoT застосунку
Розумне землеробство (точне землеробство)	Azure IoT Hub	Збирає дані в реальному часі з датчиків вологості ґрунту, температури та погоди. Інтегрується з машинним навчанням Azure для прогнозової аналітики. Автоматизує полив на основі прогнозів погоди та стану ґрунту.
Автоматизація розумного будинку	Blynk	Хмарна платформа для контролю домашньої безпеки, освітлення та побутової техніки. Підтримує такі пристрої IoT, як ESP8266, Raspberry Pi та Arduino. Надає інтуїтивно зрозумілий інтерфейс мобільного додатка з можливістю перетягування для моніторингу пристрою.
Промислове технічне обслуговування	AWS IoT Core	Відстежує продуктивність машин і прогнозує збої на заводах. Використовує AWS Lambda для обробки подій у реальному часі. Інтегрується з Amazon SageMaker для виявлення аномалій на основі штучного інтелекту.

Висновки. У ході проведеного аналізу хмарних IoT-платформ розглянуті ключові критерії, які визначають їх функціональність, масштабованість та здатність до інтеграції. Порівнявши популярні платформи, такі як AWS IoT Core, Azure IoT Hub, Google Cloud IoT, IBM Watson IoT та Thingspeak, виявлено їх сильні сторони, що дозволяє зробити обґрунтований вибір для реалізації IoT застосунків. У результаті дослідження визначені оптимальні платформи для різних вимог, від масштабованості і безпеки до підтримки протоколів і інтеграційних можливостей. Це дозволяє кожному розробнику або підприємству вибрати найбільш підходящий інструмент для реалізації своїх IoT-ініціатив. Також, у роботі розглянуті приклади вибору IoT-платформи для реалізації IoT застосунків, і показано особливості їх реалізації.

Література

1. Gartner: Global Industrial IoT Platforms Reviews and Ratings. Access: <https://www.gartner.com/reviews/market/global-industrial-iot-platforms>.
2. In-Depth Comparison of 8 Leading IoT Cloud Platforms. Access: <https://webbylab.com/blog/best-iot-cloud-platforms/>.
3. 30 Best IoT Development Platforms in 2025. Access: <https://www.intuz.com/blog/top-iot-development-platforms-and-tools>.