

УДК 681.5

Я. Долгушин; Є. Тиш, к. т. н.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ АДАПТАЦІЇ ПРОТОКОЛУ MODBUS ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У СИСТЕМІ ПОТ ЧЕРЕЗ ПРОТОКОЛ MQTT

UDC 681.5

Y. Dolhushyn; Ie. Tysh, PhD.

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR ADAPTING THE MODBUS PROTOCOL FOR DATA TRANSMISSION TO IIOT SYSTEMS VIA MQTT

В епоху Індустрії 4.0 класичні архітектури опитування (polling), характерні для Modbus, стають неефективними при передачі великих масивів телеметрії у хмарні платформи. Виникає протиріччя між синхронною моделлю "Запит-Відповідь" (Modbus) та асинхронною подієво-орієнтованою моделлю "Видавець-Підписник" (MQTT). Прямая трансляція запитів створює надлишкове навантаження на канал зв'язку та збільшує латентність мережі. Актуальним завданням є створення проміжного програмного рівня (Edge Gateway), який забезпечує буферизацію, агрегацію даних та перетворення реєстрів Modbus у JSON-структури для MQTT-брокера. Метою роботи є підвищення ефективності передачі даних від польових пристроїв Modbus RTU/TCP до хмарних сервісів шляхом розробки адаптивного алгоритму публікації даних. Запропоновано математичну модель оцінки ефективності стиснення трафіку $E_{traffic}$ при переході від постійного опитування до публікації за зміною (report-by-exception):

$$E_{traffic} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n V_{MQTT}(t_i)}{\sum_{j=1}^m V_{Modbus}(t_j)}$$

де $V_{MQTT}(t_i)$ – обсяг даних, переданих при настанні події зміни значення; $V_{Modbus}(t_j)$ – обсяг даних при циклічному опитуванні за той самий період часу; n та m – кількість транзакцій для MQTT та Modbus відповідно, де $n \ll m$.

Для реалізації шлюзу розроблено структуру даних, що ставить у відповідність адресу реєстра Modbus (Holding Register) та топик MQTT. Алгоритм передбачає локальне кешування стану реєстрів $\$S_{cache}$ і відправку повідомлення лише за умови:

$$|S_{curr} - S_{cache}| > \Delta_{threshold},$$

де S_{curr} – поточне значення; $\Delta_{threshold}$ – зона нечутливості.

Використання запропонованого підходу дозволяє знизити трафік у висхідному каналі на 40–60% та забезпечити інтеграцію застарілого обладнання в сучасні SCADA-системи без зміни апаратної частини.

Література

1. Modbus to MQTT Gateway Architecture for IIoT. *IEEE Internet of Things Journal*. 2023 (дата звернення: 30.11.2025).
2. MQTT Version 5.0. OASIS Standard. URL: <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/mqtt-v5.0.html> (дата звернення: 30.11.2025).
3. Hanes D., Salgueiro G. IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things. Cisco Press, 2017. (дата звернення: 30.11.2025).