

## ЗАСТОСУВАННЯ ВІЗУАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ NODE-RED ТА GRAFANA ДЛЯ ПОВУДОВИ ПАНЕЛЕЙ МОЇТОРИНГУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

**Шаталюк Р.Р.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: ruslan.shataliuk@nure.ua

**Анотація:** У статті подано огляд можливостей середовищ Node-RED та Grafana для створення панелей моніторингу технологічних процесів. Розглянуто принципи роботи платформ, їхню інтеграцію з датчиками та потоками телеметричних даних, а також особливості візуалізації інформації у системах, що базуються на Інтернеті речей. Проаналізовано переваги використання цих інструментів для організації контролю та аналітики виробничих параметрів.

**Ключові слова:** Node-RED, Grafana, моніторинг, телеметрія, Інтернет речей, візуалізація даних.

## APPLICATION OF NODE-RED AND GRAFANA VISUAL ENVIRONMENTS FOR BUILDING MONITORING DASHBOARDS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

**Shataliuk R.R.**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky ave., 14

E-mail: ruslan.shataliuk@nure.ua

**Annotation:** The article provides an overview of Node-RED and Grafana as tools for developing monitoring dashboards in technological process control. The principles of their operation, integration with sensor data streams, and visualization capabilities in IoT-based systems are examined. The advantages of using these platforms for monitoring and analyzing industrial parameters are highlighted.

**Key words:** Node-RED, Grafana, monitoring, telemetry, Internet of Things, data visualization.

Сучасні промислові підприємства дедалі активніше впроваджують цифрові технології для підвищення ефективності виробництва, оптимізації витрат та покращення контролю за технологічними процесами. Одним із ключових аспектів цифровізації виступає створення систем моніторингу, здатних у режимі реального часу відстежувати параметри роботи обладнання та стан технологічних об'єктів. Наявність точних і своєчасних даних дає можливість запобігати аваріям, своєчасно реагувати на відхилення та забезпечувати стабільність роботи технологічних ліній.

Інтернет речей значно розширив можливості промислового моніторингу, оскільки дозволяє інтегрувати в єдину мережу велику кількість датчиків, контролерів та програмних інструментів. Візуальні середовища, що працюють поверх IoT-інфраструктури, відіграють важливу роль у формуванні доступних інтерфейсів для взаємодії з даними. До таких інструментів належать Node-RED і Grafana, які поєднують гнучкість, простоту налаштування та розширюваність. Вони активно застосовуються для створення панелей моніторингу різних технологічних процесів, включно з вентиляційними системами, виробничими агрегатами та енергетичними установками [1].

Сучасні системи моніторингу технологічних процесів охоплюють широкий спектр програмних та апаратних рішень, які забезпечують збір, передачу та аналіз даних під час

роботи промислового обладнання. Традиційно для цих завдань використовувалися SCADA-системи, що виконували централізований контроль, реєстрацію подій та відображення параметрів у реальному часі. Вони залишаються важливими інструментами у виробничій сфері, проте їхнє застосування часто пов'язане з високою вартістю, складністю інтеграції та обмеженою гнучкістю у налаштуванні інтерфейсів. У контексті швидкого розвитку інтернету речей та веборієнтованих технологій виникла потреба у більш відкритих, масштабованих і доступних платформах, які дозволяють адаптувати систему моніторингу під специфіку конкретного об'єкта.

Розвиток IoT сприяв появі підходів, що ґрунтуються на використанні мережевих датчиків, легких протоколів передачі даних і модульних програмних середовищ. Дані від вимірювальних пристроїв можуть передаватися у хмарні платформи, локальні сервери або безпосередньо у візуальні інструменти, де вони обробляються та подаються у наочному вигляді. Зростає популярність систем, що працюють за принципом розподіленої архітектури, у якій різні елементи виконують власні функції: одні відповідають за збір інформації, інші за її обробку, треті за аналітику та відображення. Це підвищує надійність та дає можливість легко масштабувати проєкт у разі розширення обсягу даних [2].

Серед вимог до сучасних рішень моніторингу найбільш значущими є швидкість обробки даних у реальному часі, підтримка різноманітних протоколів зв'язку, зручність візуалізації та можливість інтеграції з різними джерелами інформації. Важливу роль також відіграє простота розгортання таких систем і доступність інструментів для користувачів, які не мають глибоких навичок програмування. Ці тенденції сприяли поширенню таких платформ, як Node-RED і Grafana, що поєднують гнучкість, відкритість та високий рівень адаптивності. Вони дозволяють створювати моніторингові панелі, які відповідають сучасним очікуванням щодо наочності, інтерактивності та можливості оперативного аналізу технологічних параметрів.

Node-RED належить до візуальних середовищ, що базуються на принципі потокового програмування, де функціональні елементи подаються у вигляді блоків, з'єднаних логічними лініями. Такий підхід значно спрощує роботу з даними, оскільки користувач може створювати логіку їх обробки без необхідності писати код вручну. Node-RED підтримує широкий спектр протоколів, включно з MQTT (рис. 1), HTTP, WebSocket та Modbus, що робить його універсальним інструментом для побудови гнучких схем обміну інформацією між різними компонентами IoT-інфраструктури. Потоки можуть включати збір даних з датчиків, їх фільтрацію, перетворення, запис до бази даних або передавання у зовнішні сервіси, що забезпечує можливість створення багаторівневих логічних сценаріїв.

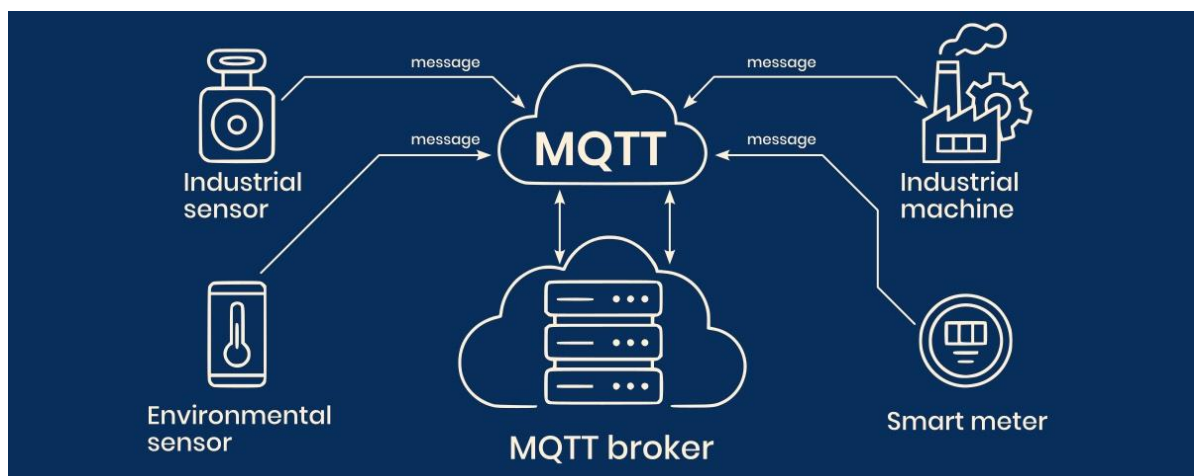


Рисунок 1 – Вигляд MQTT протокола

Однією з ключових переваг Node-RED є наявність інструментів для попередньої візуалізації даних. За допомогою панелі Dashboard користувач може створювати графіки, індикатори, таблиці, текстові віджети та інші елементи, які дозволяють швидко оглядати стан технологічного процесу (рис. 2). Хоча можливості Dashboard не можна порівняти з професійними аналітичними системами, він ефективно виконує роль оперативного моніторингу, особливо на етапі прототипування або роботи з невеликими проєктами. Гнучкість Node-RED полягає також у можливості встановлення додаткових модулів, що розширюють функціонал, зокрема компонентів для інтеграції з базами даних, штучним інтелектом або сервісами хмарної аналітики.



Рисунок 2 – Вигляд програми реалізованої у середовищі Node-RED

Попри численні переваги, Node-RED має певні обмеження. Її панелі візуалізації орієнтовані більше на технічне відображення поточних параметрів, ніж на глибокий аналітичний аналіз. Він не завжди підходить для проєктів, де потрібно працювати з великими обсягами історичних даних, формувати складні діаграми або застосовувати багаторівневу аналітику. У таких випадках Node-RED зазвичай використовується як проміжна ланка, що відповідає за обробку та маршрутизацію даних, а візуалізація передається зовнішнім системам. Разом із тим платформа залишається одним із найзручніших рішень для створення логічних алгоритмів обробки потоків даних, що робить її ефективним інструментом у структурі сучасних IoT-систем [3].

Grafana позиціонується як аналітичне середовище для роботи з часовими рядами та великими масивами даних, що робить її одним із найпоширеніших інструментів для створення професійних моніторингових панелей. Її основою є система підключення до численних джерел даних, серед яких InfluxDB, PostgreSQL, Prometheus, MQTT-брокери, хмарні сервіси та багато інших. Завдяки цьому користувач може об'єднувати інформацію з різних сенсорів і підсистем

в єдиному інтерфейсі. Після налаштування джерела даних Grafana надає широкий набір панелей для візуалізації, серед яких лінійні та стовпчикові графіки, гейджі, теплові карти, гистограми, таблиці та комбіновані індикатори. Інтерфейс дає змогу гнучко налаштувати вигляд кожного елемента, визначити часові проміжки, застосовувати порогові значення та створювати інтерактивні сценарії спостереження за процесами.

Серед переваг Grafana варто виділити її здатність працювати з великими обсягами історичних даних, які можуть накопичуватися протягом тривалого часу. Користувач отримує можливість проводити порівняльний аналіз, відстежувати тенденції, аналізувати пікові навантаження та оцінювати ефективність роботи обладнання у різні періоди. Панелі можуть бути інтерактивними, що дає змогу змінювати інтервали аналізу, використовувати фільтри та переглядати окремі параметри без оновлення всієї сторінки (рис. 3). Це особливо корисно у промислових системах, де оператору необхідно швидко реагувати на зміни та оцінювати ситуацію за різними показниками [4].



Рисунок 3 – Вигляд програми реалізованої у середовищі Grafana

Grafana підтримує функції створення сповіщень, що дає можливість формувати повідомлення про вихід параметрів за допустимі межі. Система може надсилати повідомлення у вигляді електронних листів, push-сповіщень або повідомлень у месенджери, що робить її ефективним інструментом для підвищення рівня безпеки технологічних процесів. Водночас серед обмежень можна зазначити необхідність окремої бази даних для зберігання інформації та складність початкового налаштування у порівнянні з простішими панелями, такими як Node-RED. Grafana орієнтована на аналітику, тому не виконує функції маршрутизації або обробки даних, а лише працює з уже сформованими наборами інформації.

Разом із високою точністю масштабування та розширюваністю Grafana демонструє значний потенціал у застосуванні для промислових систем моніторингу, де важливо отримувати не лише поточні параметри, а й глибоку історичну інформацію з можливістю подальшого аналізу. Вона доповнює інші IoT-платформи, забезпечуючи якісне подання результатів і зручні інструменти для роботи зі складними технологічними процесами.

Порівняння можливостей Node-RED і Grafana дає змогу визначити їхню роль у структурі систем моніторингу та зрозуміти, у яких випадках кожен інструмент демонструє найбільшу ефективність. Node-RED виконує функцію середовища для обробки, маршрутизації та трансформації даних, що надходять від сенсорів і технологічних установок. Він забезпечує швидке створення логічних схем, де кожен елемент відповідає за певну операцію, наприклад приймання повідомлення, аналіз значення, формування нового параметра або передавання інформації в інший сервіс. Саме через це Node-RED часто виступає центральним вузлом IoT-інфраструктури, у якому поєднуються різні протоколи, формати даних та етапи опрацювання інформації.

Grafana має інше призначення, оскільки орієнтується на глибоку аналітику та професійне подання результатів. Вона не впливає на процеси обробки інформації, а працює з уже структурованими даними, які зберігаються в базах або надходять від зовнішніх інструментів. Порівняно з Node-RED її візуальні можливості значно ширші, оскільки платформа надає багатий набір графічних віджетів, складні варіанти конфігурації та інтерактивні панелі з фільтрами й часовими діапазонами. Grafana ефективна у випадках, коли необхідно аналізувати історичні показники, виявляти тренди або створювати багаторівневі панелі для різних груп користувачів.

Для оперативного відображення даних під час налагодження або тестування обладнання більш зручним є Node-RED Dashboard. Його панелі оновлюються без затримок і можуть бути створені за кілька хвилин, що важливо при роботі з прототипами та локальними системами. Для довготривалого або високонавантаженого моніторингу доцільніше застосовувати Grafana, оскільки вона здатна обробляти великі обсяги даних та надавати розширену аналітику. Інтеграція обох платформ забезпечує найкращий результат, коли Node-RED відповідає за логіку роботи з даними, а Grafana формує високоінформативні панелі для їхнього подання.

Використання Node-RED і Grafana в промислових умовах зумовлене необхідністю створення систем моніторингу, які поєднують високу надійність, оперативне оновлення даних та здатність масштабуватися відповідно до потреб виробництва. Обидві платформи відповідають ключовим вимогам сучасних технологічних середовищ та добре інтегруються в архітектуру Industry 4.0, де значну роль відіграють взаємодія між пристроями, розподілені дані та аналітика в реальному часі. Node-RED є корисним на рівні збору та первинної обробки даних, оскільки забезпечує зручну взаємодію з різними типами датчиків, протоколів та периферійних модулів. Це дає можливість швидко адаптувати систему до нових параметрів або додавати нові вимірювальні точки без складного перепрограмування.

Grafana доцільно застосовувати на аналітичному рівні, де важливо не лише подати інформацію у вигляді графіків, а й забезпечити можливість порівняння даних за різні проміжки часу, виявлення закономірностей та аналізу поведінки технологічних процесів. Це робить платформу придатною для складних виробничих систем, у яких необхідно контролювати десятки або сотні параметрів одночасно. Завдяки підтримці великої кількості джерел даних система легко інтегрується з уже існуючою інфраструктурою підприємства, включно з локальними базами даних, хмарними платформами та промисловими серверами [5-10].

Порівнюючи ці інструменти з традиційними SCADA-платформами, можна відзначити їхню вищу гнучкість та економічну доступність. Вони підходять як для невеликих навчальних або експериментальних стендів, так і для масштабних виробничих вузлів, де потрібна багаторівнева аналітика. Node-RED і Grafana дозволяють оператору швидко отримувати інформацію про стан системи, аналізувати відхилення та ухвалювати рішення, а відкритість їхнього функціоналу дає можливість розширювати систему у міру зростання вимог підприємства.

З огляду на сукупність характеристик, застосування Node-RED і Grafana є ефективним рішенням для промислового моніторингу, оскільки ці інструменти створюють комплексне середовище, здатне забезпечити повний цикл роботи з даними від моменту їх отримання до побудови глибоких аналітичних панелей.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Turnbull, G. Learning Internet of Things: Build and Deploy IoT Solutions With MQTT, Node-RED, InfluxDB and Grafana [Текст] / G. Turnbull. – O'Reilly Media, 2021. – 284 с.
2. Невлюдов, І.Ш.. Інтелектуальне проектування технологічних процесів роботизованого складання [Текст]/І.Ш. Невлюдов, А.М. Цимбал, С.С. Мілютіна. - Харків: НТМТ, 2010. - 206 с.
3. Гужва В. М. Інформаційні системи і технології на підприємствах: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2001. — 400 с
4. Benson, M. Node-RED Cookbook: Practical Solutions for Developing Industrial IoT Systems [Текст] / M. Benson. – Birmingham: Packt Publishing, 2022. – 356 с.
5. Pethuru, R. Designing and Developing Industrial Internet of Things (IIoT) Applications [Текст] / R. Pethuru, A. Raman. – Boca Raton: CRC Press, 2020. – 320 с.
6. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Baker, J. H., Ahmad, M. A., & Lyashenko, V. (2020). Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems. J. Math. Comput. Sci., 11(1), 520-542.
7. Attar, H., Abu-Jassar, A. T., Amer, A., Lyashenko, V., Yevsieiev, V., & Khosravi, M. R. (2022). Control system development and implementation of a CNC laser engraver for environmental use with remote imaging. Computational intelligence and neuroscience, 2022(1), 9140156, 2022.
8. Mustafa, S.K., Yevsieiev, V., Nevliudov, I., & Lyashenko, V.. (2022). HMI Development Automation with GUI Elements for Object-Oriented Programming Languages Implementation. SSRG International Journal of Engineering Trends and Technology, 70(1), 139-145.
9. Невлюдов, І., Клименко, О., Євсєєв, В., & Максимова, С. (2025). IMPROVEMENT OF THE ENCODING INFORMATION METHOD FOR PHARMACEUTICAL PRODUCTS QR-CODES DURING SORTING ON A ROBOTIC CONVEYOR LINE. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні, (1 (11)), 128-134.
10. Yevsieiv V. Mathematical Model of Adaptive Control of a Collaborative Mobile Manipulator in a Shared Working Environment / V. Yevsieiv // Manufacturing & Mechatronic Systems 2025 : Theses of Reports of IX-st International Conference, October 25-26, 2025. - Kharkiv, 2025. - P. 22-25.
11. Development of a Method for Planning the Movement of a Gripping Device for a 3-Link Collaborative Robot Manipulator / I. Nevliudov, V. Yevsieiv, S. Maksymova, N. Demska // Journal of natural sciences and technologies. – 2025. - 4(1). - P. 403-413.
12. Study of Intelligent Methods of Trajectory Construction for Mobile Robots in a Dynamic Environment / I. Nevliudov, Murad Anver oglu Omarov, V. Yevsieiev, Elgun Jabrayilzade // Scientific practice: modern and classical research methods : Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference, September 5, 2025. - Boston- Vinnytsia : Primedia eLaunch & UKRLOGOS Group LLC, 2025. - P. 113-11

*Науковий керівник: Бронніков Артем Ігорович, доц., к.т.н., доцент кафедри КІТАР Харківського національного університету радіоелектроніки.*