УДК 004.94
Григорьєва К.Є.[1], Куляба-Харитонова Т.І.[2]
[1] студ. гр. БК-612 НУ «Запорізька політехніка»
[2] старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

АВТОМАТИЗОВАНА ХМАРНА SCADA-СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ

Актуальність проблеми моніторингу та діагностики стану трансформаторних підстанцій зумовлена тим, що надійна та безперебійна робота трансформаторних підстанцій є критично важливою складовою електроенергетичної інфраструктури. Сучасні технології потребують надійних і ефективних засобів аналізу стану об'єктів, здатних у режимі реального часу відстежувати ключові електричні параметри та автоматично виявляти аварійні режими. Успішність функціонування таких систем, а також їх швидкодія і точність значною мірою залежать від впровадження сучасних хмарних SCADA-систем для централізованого збору телеметрії.

Мета роботи – проєктування та реалізація автоматизованої хмарної SCADA-системи моніторингу та діагностики стану трансформаторних підстанцій, що забезпечує збір телеметричних даних у режимі реального часу, виявлення стрибків напруги й аварійних режимів та своєчасне сповіщення відповідальних осіб.

Методи моніторингу базуються на використанні хмарних платформ Інтернету речей (IoT) у поєднанні з легкими протоколами передачі даних. Вони передбачають послідовне виконання етапів збору телеметрії, передачі даних у хмарну IoT-платформу ThingsBoard за протоколом MQTT, виявлення аномальних режимів та відображення стану підстанцій на панелях візуалізації. Основною перевагою таких підходів є економічна ефективність і можливість масштабування без значних капітальних витрат на апаратну інфраструктуру.

Залежно від архітектурних завдань обробки даних, компоненти системи можна поділити на декілька основних груп:

– імітатор генерації телеметрії підстанцій;
– підсистема прийому даних (MQTT);
– панелі візуалізації (dashboards);
– правила обробки даних (Rule Engine) та генерації тривог.

У ході аналізу методів моніторингу встановлено, що імітаційні методи базуються на генерації синтетичних часових рядів параметрів підстанцій мовою Python. Їх найбільш поширеними інструментами є бібліотеки paho-mqtt та numpy, які забезпечують відтворення реалістичних сценаріїв нормальних і аварійних режимів. Основним недоліком даного підходу є те, що він

виступає програмним імітатором і для реального промислового застосування потребує заміни на фізичні вузли збору даних.

Платформні методи ґрунтуються на використанні ThingsBoard, що дозволяє розгорнути хмарну частину з повнофункціональним веб-інтерфейсом і мобільним застосунком. Їх основною перевагою є наявність механізму Rule Chain, що забезпечує виявлення стрибків напруги із затримкою реагування не більше 2 секунд та автоматичне очищення тривог при поверненні параметрів до норми.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що розроблена масштабована хмарна SCADA-система залишається ефективною для моніторингу довільної кількості трансформаторних підстанцій. Її застосування дозволяє автоматизувати процеси збору, обробки та відображення телеметрії, а також забезпечує своєчасну діагностику аварійних ситуацій, що дозволяє адаптувати її до реального промислового застосування в умовах України.