

УДК 621.311:004.94

Толочин Михайло Олексійович

асистент кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

Мізік Андрій Олегович

асистент кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія

Кондратюка»

ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ЕНЕРГІЇ

Сучасна енергетика перебуває в процесі переходу від централізованих систем до децентралізованих моделей з активною участю споживачів та використанням відновлюваних джерел енергії. Такі зміни створюють нові виклики для управління виробничими процесами, зокрема у сфері моніторингу, балансування навантаження та прогнозування споживання. Традиційні локальні системи керування, що працюють на фізичних серверах, обмежені в масштабованості, швидкості обробки великих обсягів даних та інтеграції з сучасними аналітичними сервісами. У цьому контексті хмарні технології виступають ключовим інструментом для модернізації енергетичної галузі.

Використання хмарних платформ у системах керування енерговиробництвом надає низку переваг. По-перше, забезпечується масштабованість: хмара дозволяє швидко обробляти великі обсяги даних, що надходять із сенсорних пристроїв, систем SCADA та «розумних» лічильників [1]. По-друге, аналітичні можливості хмарних сервісів – включно з алгоритмами штучного інтелекту – підвищують точність прогнозування виробництва та споживання енергії, дозволяють своєчасно виявляти аномалії та запобігати аваріям. По-третє, економічна ефективність полягає в зменшенні потреби у власній IT-інфраструктурі: енергетичні підприємства можуть користуватися хмарними ресурсами за моделлю «pay-as-you-go», сплачуючи лише за фактичне використання потужностей [2].

Водночас хмарні технології мають і певні обмеження. Однією з ключових проблем є затримка передачі даних – у критичних системах керування навіть мілісекундна затримка може призвести до збоїв. Тому важливо застосовувати гібридні архітектури, у яких частина обчислень виконується локально (на рівні edge), а складні аналітичні задачі – у хмарі. Не менш важливими залишаються питання кібербезпеки, адже передача даних через публічні канали потребує надійного шифрування, автентифікації користувачів та контролю доступу [1].

Дослідження останніх років показують, що поєднання хмарних технологій із периферійними обчисленнями дозволяє досягти оптимального балансу між швидкодією та ефективністю. Наприклад, системи, що

поєднують локальні контролери з хмарною аналітикою, демонструють до 30% скорочення операційних витрат і суттєве підвищення коефіцієнта використання відновлюваних джерел енергії. Особливо перспективним є використання хмарних платформ для побудови цифрових двійників енергетичних об'єктів, що дає змогу моделювати виробничі процеси в режимі реального часу.

З точки зору довгострокової перспективи, впровадження хмарних технологій сприятиме створенню інтелектуальних енергосистем нового покоління, здатних до самоорганізації, адаптації до змін навантаження та автоматичного управління потоками енергії [3]. Проте для повномасштабного переходу необхідно вирішити проблеми нормативного регулювання, стандартизації протоколів обміну даними та екологічної сталості хмарних інфраструктур [4, 1].

Таким чином, хмарні технології відкривають нові можливості для підвищення ефективності, надійності та гнучкості систем керування виробництвом енергії. Вони забезпечують інтеграцію інтелектуальних алгоритмів, спрощують обробку великих обсягів даних і сприяють переходу до концепції розумної енергетики. Подальші дослідження мають бути спрямовані на удосконалення безпеки хмарних систем, оптимізацію гібридних архітектур і зменшення енергоспоживання дата-центрів.

Список використаних джерел

1. Marinos A., Briscoe G. Community cloud computing. *Cloud Computing: Lecture Notes in Computer Science*. 2010. Vol. 5931. P. 472–484. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12636-9_43
2. Khajeh-Hosseini A., Greenwood D., Sommerville I. The cloud adoption toolkit: Supporting cloud adoption decisions in the enterprise. *Software: Practice and Experience*. 2012. Vol. 42(4). P. 447–465. <https://doi.org/10.1002/spe.1072>
3. Goyal S. Public vs private vs hybrid vs community – Cloud computing: A critical review. *International Journal of Computer Network and Information Security*. 2014. Vol. 6(3). P. 20–29. <https://doi.org/10.5815/ijcnis.2014.03.03>
4. Ahmed E., Yaqoob I., Gani A., Imran M., Guizani M. Internet-of-Things-Based Smart Environments: State of the Art, Taxonomy, and Open Research Challenges. *IEEE Wireless Communications*. 2016. Vol. 23(5). P. 10–16. <https://doi.org/10.1109/MWC.2016.7721736>