

кластери для обробки відео у реальному часі. Вартість такої інфраструктури (десятки тисяч доларів з урахуванням обслуговування й енергоспоживання) легко вкладається в бюджети топ-клубів. Натомість для малих чи напівпрофесійних футбольних клубів, регіональних ліг і дитячо-юнацьких академій подібні витрати є непосильними: їхні системи відеоаналізу зазвичай обмежені однією GPU або ж навіть CPU-edge-пристроями, де затримка в 50–100 мс вже є критичною. В підсумку дороговартісні аналітичні інструменти залишаються доступними лише елітним організаціям, тоді як широка футбольна спільнота потребує легших, енергоефективних та значно дешевших рішень для масового застосування.

Література

1. Claasen P. J., de Villiers J. P. Video-based sequential Bayesian homography estimation for soccer field registration. *Expert Systems with Applications*. 2024. Vol. 252. P. 124156. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124156> (дата звернення: 10.05.2025).
2. Falaleev N. S., Chen R. Enhancing soccer camera calibration through keypoint exploitation. *Proceedings of the 7th ACM International Workshop on Multimedia Content Analysis in Sports*. 2024. P. 65–73. URL: <https://doi.org/10.1145/3689061.3689074> (дата звернення: 10.05.2025).
3. Nie X., Chen S., Hamid R. A robust and efficient framework for sports-field registration. In: *2021 IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*. 2021. P. 1936–1944. URL: <https://doi.org/10.1109/WACV48630.2021.00198> (дата звернення: 10.05.2025).
4. Nie X., Chen S., Hamid R. A Robust and Efficient Framework for Sports-Field Registration. *Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*. 2021. P. 1936–1944. URL: <https://doi.org/10.1109/WACV48630.2021.00198> (дата звернення: 10.05.2025).
5. Gutiérrez-Pérez M., Agudo A. PnLCalib: Sports Field Registration via Points and Lines Optimization. *arXiv preprint arXiv:2404.08401*. 2024. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.08401> (дата звернення: 10.05.2025).
6. Magera F., Hoyoux T., Barnich O., Van Droogenbroeck M. BroadTrack: Broadcast camera tracking for soccer. In: *2025 IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*. 2025. P. 6177–6187. URL: https://openaccess.thecvf.com/content/WACV2025/papers/Magera_BroadTrack_Broadcast_Camera_Tracking_for_Soccer_WACV_2025_paper.pdf (дата звернення: 10.05.2025).

УДК 621.31

О.В. Смолій, А.Г. Микитишин к.т.н, Р.І. Королюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.

O.V. Smolii, A.G. Mykityshyn Ph.D., R.I. Koroliuk

APPLICATION OF IOT TECHNOLOGIES FOR ENERGY MANAGEMENT IN THE FOOD INDUSTRY.

Основна концепція Індустрії 4.0 полягає в інтеграції передових інформаційних технологій, особливо нових технологій, таких як Інтернет речей, 5G та 6G, аналітика та управління даними, штучний інтелект, хмарні обчислення та блокчейн, для досягнення послідовної трансформації та модернізації виробництва, а також для зміни ланцюжка створення вартості промисловості та суспільства [1]. Як один з найбільш енергоємних секторів, обробна промисловість дедалі більше прагне скоротити споживання енергії за

допомогою ефективного управління. Одним з важливих компонентів управління енергією є моніторинг, який можна покращити за допомогою Інтернету речей (IoT) [2].

Інтернет речей (IoT – Internet of Things) відкриває нові горизонти для моніторингу та оптимізації використання електроенергії, та являє собою мережу взаємопов'язаних пристроїв, здатних збирати, передавати та обробляти дані через інтернет. У сфері енергомоніторингу до таких пристроїв належать розумні лічильники, датчики струму, напруги, температури, а також контролери споживання, встановлені на різних етапах виробничого процесу. Дані, отримані в реальному часі, надходять на локальний сервер або хмарну платформу, де проходять збереження, аналіз і візуалізацію.

Впровадження IoT для енергомоніторингу дозволяє підприємству:

1. Отримувати точну та оперативну інформацію про споживання електроенергії на кожній окремій дільниці або одиниці обладнання.
2. Виявляти неефективність — наприклад, обладнання, яке споживає багато енергії навіть у режимі очікування.
3. Знижувати енергоспоживання за рахунок автоматизації — наприклад, вимкнення систем кондиціонування або освітлення у неробочий час.
4. Запобігати аваріям та перевантаженням, завдяки системам сповіщення про перевищення допустимих параметрів.
5. Планувати витрати на енергію з урахуванням реальних даних, а не лише на основі прогнозів.

При використанні IoT-системи, підприємство може відслідковувати, які саме лінії виробництва є найбільш енергоємними, і впровадити зміни для зниження витрат. Також підприємство може виявляти "приховані" джерела споживання — такі як компресори, які працюють без навантаження, системи освітлення, обладнання що споживає енергію в режимі очікування.

Особливої ваги системи моніторингу і візуалізації споживання енергії набирають під час живлення від резервних джерел, коли обмежена не тільки максимальна потужність джерела живлення, але також суттєвим є порядок і розподіл у часі підключення споживачів.

Спрощено систему моніторингу заводу по виробництву продуктів харчування можна відобразити наступним чином (рис. 1):

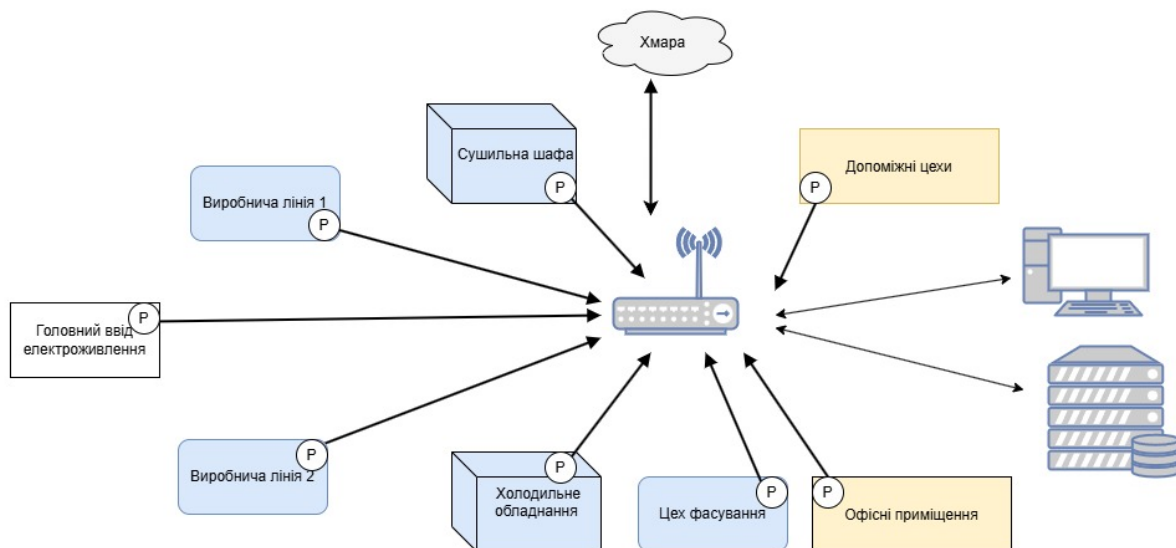


Рис. 1. Схема енергомоніторингу підприємства

Впровадження IoT-систем потребує початкових інвестицій — на придбання обладнання, монтаж, налаштування програмного забезпечення. Однак у більшості випадків ці витрати окупляться протягом 6–18 місяців. Додаткову вигоду дає контроль за перевищенням

договірних потужностей, а також можливість переходу на тарифи, адаптовані до реального графіку споживання.

Зростаючий попит на енергоефективність стимулював розвиток програмного забезпечення для зручного управління та моніторингу споживання. Сучасне програмне забезпечення використовує передові технології, такі як штучний інтелект (ШІ), машинне навчання та Інтернет речей (IoT), для оптимізації споживання енергії [3].

Серед основних викликів — потреба у високому рівні кібербезпеки, особливо в умовах підключення критично важливого обладнання до мережі. Також важливо забезпечити навчання персоналу та правильну інтеграцію IoT-систем у існуючу інфраструктуру підприємства. У майбутньому очікується ще глибша інтеграція IoT з відновлюваними джерелами енергії, системами штучного інтелекту для прогнозування споживання.

Література

1. LU, Yang. The current status and developing trends of industry 4.0: A review. *Information Systems Frontiers*, 2025, 27.1: 215-234.
2. REICHARDT, Anna; MURAWSKI, Matthias; BICK, Markus. The use of the Internet of Things to increase energy efficiency in manufacturing industries. *International Journal of Energy Sector Management*, 2025, 19.2: 369-388.
3. SEGUN-FALADE, Osinachi Deborah, et al. Developing innovative software solutions for effective energy management systems in industry. *Engineering Science & Technology Journal*, 2024, 5.8: 2649-2669.

УДК 004.8

М. Федорків – ст. гр. СП-42, док. філософії. І. Мудрик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА ЧАТ-БОТА ДЛЯ КОНСУЛЬТУВАННЯ З ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЄВРОПОЮ

М. Fedorkiv, Ph.D I. Mudryk

DEVELOPMENT OF A CHATBOT FOR TRANSPORT CONSULTATION ACROSS EUROPE

У роботі представлено створення Telegram-чат-бота для надання консультацій щодо перевезень між країнами Європи, зокрема з Бельгії до України та у зворотному напрямку. Основна функціональність полягає у наданні користувачам швидких відповідей на часті запитання про маршрути, країни транзиту (Польща, Німеччина, Нідерланди), документи, ціни та умови перевезення.

У якості бази знань використано платформу Notion, що дозволяє зручно структурувати інформацію про доступні поїздки та здійснювати оновлення в реальному часі без повторного розгортання бота. Telegram-бот реалізовано з використанням Python та бібліотеки python-telegram-bot, а також інтеграції з Notion API.

Завдяки автоматизації відповідей, система дозволяє оптимізувати процес комунікації з клієнтами, зменшити навантаження на операторів і підвищити оперативність обслуговування. Проект має перспективу масштабування, зокрема через підтримку багатомовності та розширення бази знань.

Література:

6. Telegram Bot API Documentation. URL: <https://core.telegram.org/bots/api>
7. Notion API Documentation. URL: <https://developers.notion.com/>
8. Brownlee J. Developing Intelligent Chatbots: Theory and Applications. Machine Learning Mastery, 2023.
9. OpenAI. GPT Integration in Customer Communication. URL: <https://platform.openai.com>