

СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ КЛІМАТИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРИМІЩЕНЬ В ПРОЦЕСІ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

<https://doi.org/10.23939/amm2020.01.019>

© Бережний І. В., Наконечний А. Й., 2020

На основі проведених досліджень та порівняльного аналізу існуючих систем запропоновано і розроблено алгоритм дистанційного моніторингу та керування технологічного процесу за допомогою IoT технологій. Розглянуто систему із гнучкими алгоритмами, в якій поєднано різні протоколи передавання даних з використанням Wi-Fi технологій, що дає змогу використовувати такого типу системи у будь-якій галузі безпечно з високою швидкістю, енергоефективністю та без затрат на лінії зв'язку.

Ключові слова: дистанційний моніторинг, дистанційне керування, IoT технології, Wi-Fi технології.

Based on the research and comparative analysis of existing systems, an algorithm for remote monitoring and control of the technological process using IoT technologies is proposed and developed. We consider a system with flexible algorithms, which combines different data protocols using Wi-Fi technology, which allows you to use this type of system in any industry safely with high speed, energy efficiency and without the cost of communication lines.

Key words: remote monitoring, remote control, IoT technologies, Wi-Fi technologies.

Вступ

Забезпечення в заданих межах таких кліматичних параметрів як температура, вологість, освітлення приміщень тощо є важливою умовою існування будь-якого виробництва. Крім того, на виробництві необхідно також контролювати температури механізмів (підшипників, валів, турбін тощо), характерні критичні точки, які пов'язані з порушенням експлуатації різного електроустаткування і енергоустаткування. У сільському господарстві необхідно визначати температуру ґрунту на різних глибинах, здійснювати хімічний контроль якості ґрунту, умов зберігання і транспортування насіння, проводити моніторинг температурного режиму теплиць, оранжерей, зерносховищ і т. п. Для комунального господарства важливим є спостереження за об'єктами теплопостачання, контролю систем опалювання будівель, мікроклімату в житлових приміщеннях. У харчовій промисловості важливо проводити моніторинг за якістю і безпечністю харчових продуктів, що є одним із найважливіших і пріоритетних завдань підприємства. У медицині необхідно постійно проводити контроль за умовами зберігання медикаментів та вакцин. Нинішню екологічну ситуацію, стан харчування і здоров'я населення України провідні вчені оцінюють як загрозові для національної безпеки. У такій ситуації підвищення якості і безпечності харчових продуктів, медичних препаратів і т. п. є одним із найважливіших і пріоритетних завдань держави.

Для того, щоб встановити, забезпечити і підтримувати необхідний рівень якості продукції і таким чином підвищити її конкурентну спроможність, українські підприємства дедалі частіше звертаються до досвіду іноземних держав щодо методології управління якістю. Одним із найефек-

тивніших методів забезпечення якості та безпечності харчової продукції сьогодні у світі визнано систему HACCP (Hazard Analysis Control Critical Points – аналіз ризиків у контрольних критичних точках). Ця система являє собою науково обґрунтований, раціональний і систематичний підхід до ідентифікації продукції, оцінювання та контролю ризиків, які можуть виникнути під час виробництва, перероблення, зберігання та використання харчових продуктів. Основні положення системи HACCP рекомендувала до практичного використання Комісія Codex Alimentarius як обов'язкові для країн ЄС на всіх харчових підприємствах.

Вирішення перерахованих вище завдань передбачає проведення синтезу вимірювальної системи, яка повинна забезпечувати якісне збирання, вимірювання, контроль, обробку та передавання інформації про технологічний процес на верхній рівень керування [1, 3]. При цьому затрати на реалізацію та супроводження таких систем повинні бути мінімальними, також система моніторингу повинна надавати своєчасну і достовірну інформацію про вимірюваний параметр із будь-якої точки світу в режимі реального часу.

Аналіз попередніх досліджень

Сьогодні існує велика кількість різних систем контролю і моніторингу об'єктів. У переважній більшості серед них зустрічаються системи таких відомих фірм, як Siemens та Mitsubishi, а саме SVR101, MSL518-HT, EBAC, TESTO тощо [1–3]. За допомогою таких систем оцінюють та аналізують температуру різних об'єктів систем. Інша відома система контролю температури – УТК 38-В – має дещо ширші можливості і призначена для контролю температури в декількох зонах одночасно (до 8-ми зон). У такій системі використовують термоперетворювачі типу Pt-100, а зв'язок з комп'ютером здійснюється через адаптер мережі OVEN AC2 за допомогою інтерфейсу RS-232. Довжина з'єднань у такій системі не перевищує 10 метрів. Усі дані зберігаються на флеш-носії.

Відомі системи типу SVR101 та ДМТ2-1 можуть містити до 16-ти вимірювальних точок температури. При цьому динамічний діапазон зміни температури в контрольованому середовищі може сягати від -45 до 85 °C із похибкою ± 2 °C. Обробляють дані в таких системах безпосередньо за допомогою комп'ютера. Згаданий комплекс забезпечується програмним продуктом виробника, а для обміну даними використовують формати XML, JSON і YAML. Також постійно удосконалюють формати Semantic Web і Internet of Things.

Отже, відомі системи контролю і моніторингу повною мірою не забезпечують споживача щодо кількості контрольованих параметрів, віддалі контролю та моніторингу, а також каналів зв'язку та сервісу.

Мета роботи

Мета роботи полягає в необхідності розроблення структури, апаратного та програмного забезпечення системи розподіленого контролю та моніторингу, затрати на реалізацію якої та підтримка повинні бути мінімальними, які б забезпечували моніторинг надання своєчасної і достовірної інформації про вимірюваний параметр з будь-якої точки світу.

Виклад основного матеріалу

Сьогодні стандартизовано декілька протоколів обміну інформацією, зокрема, смарт-протокол, інтерфейс SDI-12, що дає змогу деяким приладам підключатися до різних реєстраторів даних. Крім того, інтерфейс SDI-12 також підтримує багатоканальні пристрої. Необхідно зазначити, що використання цього стандарту не отримало широкого визнання за межами екологічної сфери. Деякі компанії-виробники сьогодні підтримують протокол Modbus. Цей протокол традиційно використовується в галузі промислового контролю, і є багато промислових пристроїв, які підтримують цей стандарт зв'язку. Іншим існуючим багатоточковим протоколом, який починає все ширше використовуватися на практиці, є протокол, що використовує шину CAN (стандарт ISO 11898). Сьогодні з метою адаптування до різних нестандартних протоколів деякі реєстратори даних використовують

гнучкі алгоритми зі скриптами. У цій роботі розглянуто систему з гнучкими алгоритмами, побудовану на основі технології Wi-Fi, що дає змогу використовувати такого типу системи у будь-якій галузі з меншими затратами на лінії зв'язку, оскільки відпадає потреба у використанні кабелів, а для її функціонування достатньо підключення до Wi-Fi роутера із доступом до Інтернету.

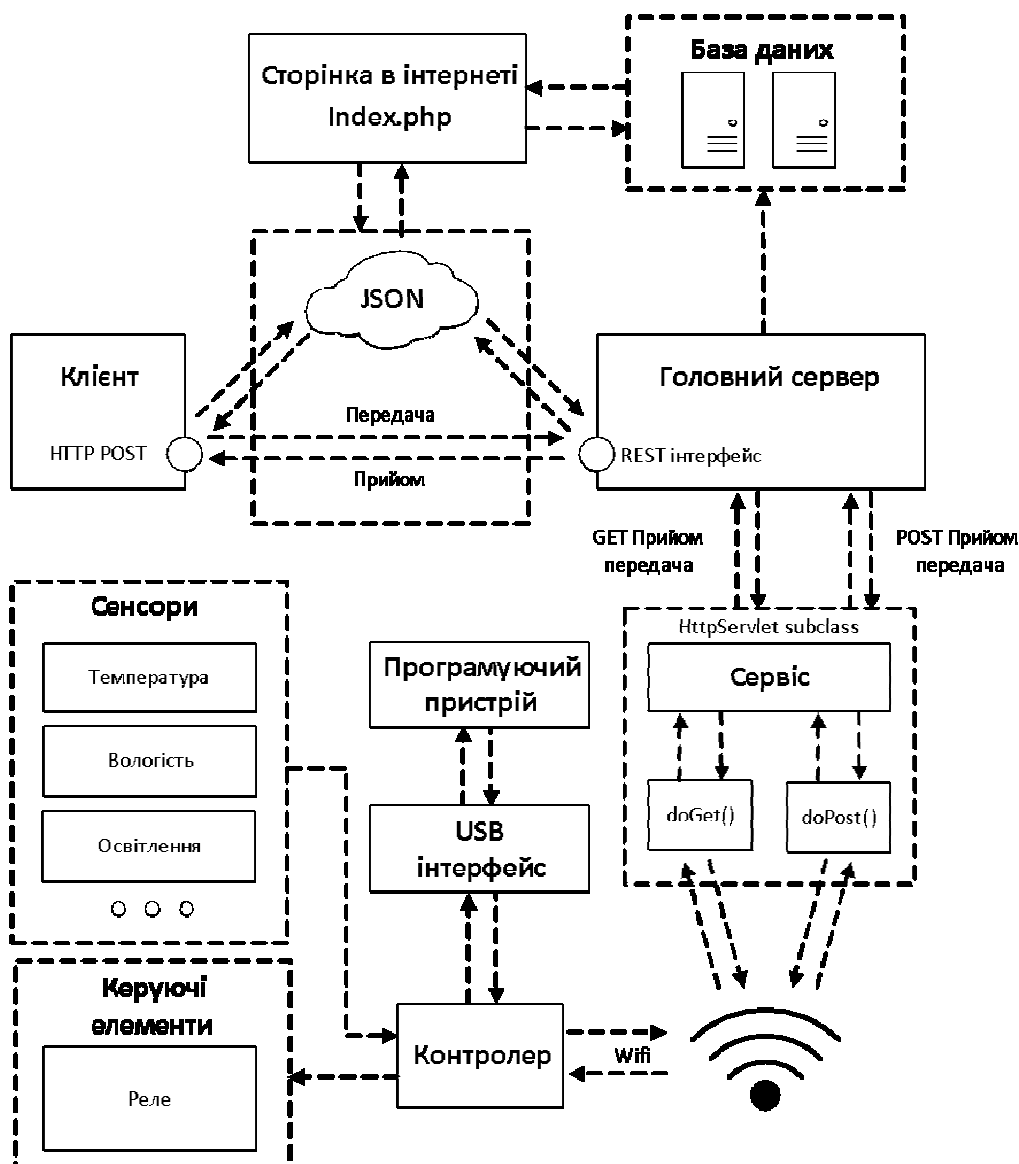
Більшість технологічних процесів характеризуються нестаціонарністю параметрів, що пов'язано зі зміною властивостей сировини та оточення, а також нестабільністю роботи і старінням технологічного обладнання; з огляду на це підхід до управління технологічними процесами як стаціонарними об'єктами малоефективний. У переважній більшості існуючих сьогодні пристроїв немає можливості зберігати дані на віддаленому сервері з метою своєчасного доступу до них та дистанційного моніторингу. Також такі системи обмежуються можливим обсягом збережених даних. Як наслідок прилади втрачають свої доцільність та рентабельність на великих підприємствах, де необхідний постійний онлайн-контроль на відстані від приладів. З іншого боку, існують прилади, які зберігають дані за допомогою хмарних технологій, проте вони обмежені кількістю вимірюваних величин та високою ціною на системи та обслуговування. На основі проведених досліджень та порівняльного аналізу існуючих систем та приладів запропоновано і розроблено алгоритм дистанційного моніторингу та керування технологічного процесу за допомогою IoT технологій. На рисунку наведено структуру системи дистанційного керування та моніторингу об'єкта.

У даній структурі використано варіант реалізації системи дистанційного моніторингу та керування за допомогою хмарних технологій, що являє собою інтегрування IoT технології розподіленої обробки вхідних даних для подальшої класифікації та зберігання з використанням реляційної бази даних. Це дає змогу сортувати дані, а саме зберігати для подальшого використання лише необхідні показники сенсорів, здійснюючи менше запитів з IoT пристрою, та не заповнювати базу неінформативними даними, що, своєю чергою, робить пристрій енергоефективним та збільшує його швидкодію в рази.

За допомогою основного пристрою – контролера – оцінюють та контролюють необхідні параметри, використовуючи інформацію зі встановлених сенсорів. Основний пристрій обладнано мікроконтролером (ESP32), за допомогою якого оцінюють та обробляють усі дані з сенсорів відповідно до поставленого завдання [2]. Оскільки мікроконтролер обладнаний АЦП, то представлена система має можливість працювати з аналоговими сенсорами. Одночасно система може порівнювати отримані дані зі встановленими критичними точками (межами) і виконувати операції для запобігання екстремим ситуаціям. Наприклад, у разі перевищення температури вмикати реле, яке активує охолоджувач. Для пересилання отриманих даних використовують мережу Wi-Fi, що дозволяє дистанційно надсилати дані з пристрою на сервер. Сервер після оброблення запитів зберігає усю прийняту інформацію в загальній базі даних (BD), де зберігається ідентифікатор пристрою, та усі значення вимірювальних величин. Надалі отримані дані з пристроїв відображаються в онлайн-таблицях та графіках. Для керування пристроєм з сайту налаштовується наступний протокол, який не перешкоджає протоколу передавання інформації та забезпечує можливість доступу до багатьох пристроїв. З цією метою пропонується використання протоколу JSON(Java Script Object Notation). Загалом протокол JSON призначений для обміну даними з сервером в реальному часі без використання плагінів для браузерів, flash-додатків або Java-апплетів, які широко використовувались раніше – на початку 2000-х років. За допомогою протоколу JSON записують керуючі параметри, які надалі впливають на роботу системи. На цьому цикл завершується. Отже, клієнт (оператор) має змогу в будь-який час та з будь-якого місця отримати онлайн (у реальному масштабі часу) усі необхідні дані про стан технологічного процесу з можливістю керування ним та встановлення необхідних критичних точок для подальшого сигналізування в разі порушення системи НАССР.

Наведена система була інтегрована та експлуатується на підприємстві ПАТ “Стрийський хлібокомбінат”, де, своєю чергою, була випробувана у морозильних камерах (-10 °C), приміщеннях

шокової заморозки продукції (-24°C) та кімнатах зберігання напівфабрикатів (-6°C). На підприємстві було розміщено шість пристроїв, які збирали інформацію про технологічний процес. Також було розроблено індивідуальний Web-інтерфейс для оператора, який відображав усі необхідні графіки зміни температури в режимі реального часу, а також таблиці, в яких оператор зазначав критичні контрольні точки, які, своєю чергою, інформували про порушення умов зберігання чи експлуатації обладнання.



Структура системи дистанційного керування та моніторингу

Використання цієї системи дало змогу відкалібрувати налаштування морозильних камер та кімнат зберігання продукції, що призвело до зменшення енергозатрат. Вдалось автоматизувати порядок обліку в цій екосистемі та контроль за обладнанням. Система показала себе економічно вигідною, оскільки не потребувала прокладання кабелів між кожною ланкою шокової заморозки та морозильних камер. Оскільки ця система спроектована на Wi-Fi технологіях, це дозволило автоматизувати процес контролю та інтегрувати можливість корегування роботи обладнання з метою зменшення енерговитрат та дотримання всіх вимог системи НАССР.

Висновки

Запропоновано і розроблено структуру системи, апаратне та програмне забезпечення, які дають змогу безпечно, з високою швидкістю, обробляти та зберігати інформацію, а оператор у будь-який момент часу може отримувати всю інформацію з пристроїв протягом потрібного часу для подальшої обробки. Універсальність запропонованого підходу полягає в тому, що в ньому поєднано різні протоколи передавання даних. Така система високо захищена від злому, оскільки записує усі дані в текстовому форматі, а не конвертує їх в змінні. Великою перевагою також є те, що вся інформація передається через бездротову мережу, відповідно це не потребує затрат на лінії зв'язку.

Список літератури

1. Вермезан О. Інтернет речей: конвергентні технології для інтелектуальних середовищ і інтегрованих екосистем / О. Вермезан, П. Фресса. Данія, 2015. 363 с. (River Publishers).
2. Опис системи ESP8266EX [Електронний ресурс] // Espressif. 2017. Режим доступу до ресурсу: https://espressif.com/sites/default/files/documentation/0b-esp8266_system_description_en.pdf.
3. Пітер У. Інтернет речей / Уорен Пітер. Бірмінгем: Packt Publishing Ltd., 2015. 242 с.

References

1. Vermezan O. Internet of things: convergent technologies for intellectual environments and integrated ecosystems / O. Vermezan, P. Fressa. Denmark, 2015. 363 p. (River Publishers).
2. Description of the system ESP8266EX [Electronic resource] // Espressif. 2017. Resource access mode: https://espressif.com/sites/default/files/documentation/0b-esp8266_system_description_en.pdf.
3. Peter W. Internet of Things / Ware Peter. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2015. 242 p.