

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 запропонований і розроблений алгоритм дистанційного моніторингу та керування технологічного процесу за допомогою IoT технологій. Розглядається система з гнучкими алгоритмами, в якій поєднані різні протоколи передачі даних з використанням Wi-Fi технології, 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 і тому подібне), характерні критичні точки, які пов'язані з порушенням експлуатації різного електроустаткування і енергоустаткування. У сільському господарстві необхідно визначати температуру ґрунту на різних глибинах, хімічний контроль якості ґрунту, при зберіганні і транспортуванні насіння, проводити моніторинг температурного режиму теплиць, оранжерей, зернохосвищ і т.п. У випадку 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 зберіганням медикаментів та вакцин. Нинішню екологічну ситуацію, стан харчування і здоров'я населення України провідні вчені оцінюють як загрозливі 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 за досвідом іноземних держав щодо методології управління якістю. Одним із

найефективніших методів забезпечення якості та безпечності харчової продукції на сьогодні у світі визнано систему НАССР (Hazard Analysis Control Critical Points - аналіз ризиків у контрольних критичних точках). Дана система представляє 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 НАССР рекомендовано до практичного використання Комісією Codex Alimentarius і є обов'язковими для країн ЄС на всіх харчових підприємствах.

Вирішення перерахованих вище задач вимагає проведення синтезу вимірювальної системи, яка повинна забезпечувати якісний збір, вимірювання, контроль, обробку та передачу 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 з будь якої точки світу в режимі реального часу.

Аналіз попередніх досліджень

На даний час 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 проводиться оцінка та аналіз температури 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). Така система використовує термоперетворювачі типу Pt-100, а зв'язок з комп'ютером здійснюється в ній через адаптер мережі OVEN AC2 за допомогою інтерфейсу RS-232. Довжина з'єднань в такій системі не перевищує 10 метрів. Усі дані зберігаються на флеш носії.

Відомі системи типу SVR101 та ДМТ2-1 можуть включати до 16-ти вимірювальних точок температури. При цьому динамічний діапазон зміни температури в контрольованому середовищі може сягати від $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ з похибкою $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Обробка даних в таких системах здійснюється безпосередньо з допомогою комп'ютера. Згаданий комплекс забезпечується програмним продуктом виробника, а для обміну даними використовуються формати XML, JSON і YAML. Також постійно відбувається удосконалення форматів Semantic Web і Internet of Things.

Таким чином, відомі системи контролю і моніторингу у повній мірі не забезпечують споживача з точки зору 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, і які б забезпечували моніторинг надання своєчасної і достовірної інформації про вимірюваний параметр з будь якої точки світу.

Виклад основного матеріалу

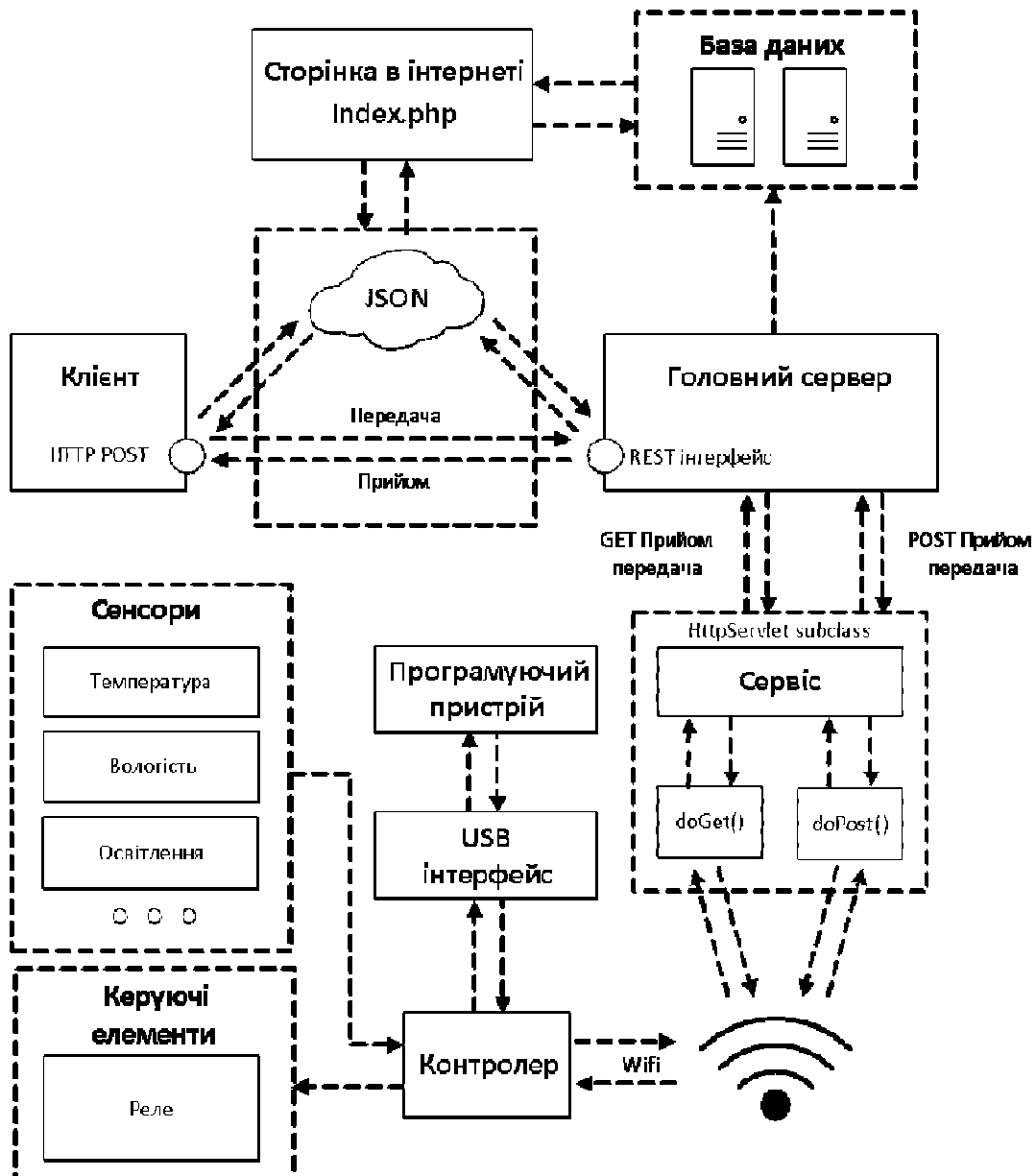
Сьогодні стандартизовані декілька протоколів обміну інформацією, в тому числі, смарт-протокол, інтерфейс SDI-12, що дозволяє деяким приладам підключатися до різних реєстраторів даних. Крім того, інтерфейс SDI-12 також підтримує багатоканальні пристрої. Необхідно відзначити, що використання даного стандарту не отримало широкого визнання за межами екологічної сфери. Деякі компанії-виробники сьогодні підтримують протокол Modbus. Даний 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 більше широко 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 даній роботі розглядається система з гнучкими алгоритмами, яка побудована 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 з доступом до Інтернет.

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 об'ємом збережених даних. Як наслідок прилади втрачають свою доцільність та рентабельність на великих підприємствах де необхідний постійний онлайн контроль на відстані від приладів. З іншої сторони 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, був запропонований і розроблений алгоритм дистанційного моніторингу та керування технологічного процесу за допомогою IoT технологій. На рисунку наведена структура системи дистанційного керування та моніторингу об'єкта.

У даній структурі використаний 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 з сенсорів здійснюючи менше запитів з IoT пристрою, та не заповнювати базу неінформативними даними, що в свою чергу робить пристрій енергоефективним та збільшує його швидкодію в рази.

За допомогою основного пристрою, контролера, відбувається оцінка та контроль необхідних параметрів шляхом використання інформації з встановлених сенсорів. Основний пристрій обладнаний мікроконтролером (ESP32), за допомогою якого відбувається реалізація оцінки та оброблення усіх даних з сенсорів, відповідно до поставленого завдання [2]. Оскільки мікроконтролер обладнаний АЦП, то представлена система має можливість працювати з аналоговими сенсорами. Одночасно система може проводити порівняння отриманих даних з встановленими критичними точками (межами) і виконувати операції для запобігання екстрених ситуацій. Наприклад, при перевищенні температури вмикати реле, яке активує охолоджувач. Для пересилання отриманих даних використовується мережа 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. У подальшому отримані дані з пристроїв відображаються на 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, здійснюється запис керуючих параметрів, які в подальшому впливають на роботу системи. На цьому цикл завершується. Таким чином, 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 його керування та встановлення необхідних критичних точок для подальшого сигналізування в разі порушення системи НАССР.



Структура системи дистанційного керування та моніторингу

Наведена система була інтегрована та експлуатується на підприємстві ПАТ „Стрийський хлібокомбінат”, де в свою чергу, була випробувана на морозильних камерах (-10°C), приміщеннях шокової заморозки продукції (-24°C) та кімнат зберігання напівфабрикатів (-6°C). На підприємстві було розміщено шість пристроїв, які збирали інформацію про технологічний процес. Також був розроблений індивідуальний Web інтерфейс для оператора, який відображав всі необхідні графіки зміни температури в режимі реального часу, а також таблиці, в яких оператор зазначав критичні контрольні точки, які в свою чергу інформували про порушення зберігання чи експлуатації обладнання.

Використання цієї системи дало змогу відкалібрувати налаштування морозильних камер та кімнат зберігання продукції, що призвело до зменшення енергозатрат. Вдалось автоматизувати порядок обліку в даній екосистемі та контроль за обладнанням. Система показала себе як економічно вигідна, оскільки не вимагала прокладання кабелів між кожною ланкою шокової заморозки та морозильних камер. Оскільки робота даної системи спроектована на Wi-Fi

технологіях, це дозволило автоматизувати контроль та інтегрувати можливість корекції роботи обладнання з метою зменшення енерговитрат та дотримання всіх вимог системи НАССР.

Висновки

Запропонована і розроблена структура 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 поєднані різні протоколи передачі даних. Така система має високий захист від взлому, 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 / Уорд 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.