

МЕТОДИ РЕАЛІЗАЦІЇ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРНИХ ТА КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано підхід до побудови мікроконтролерної системи моніторингу температури та активності рухомих об'єктів, а саме тварин, який забезпечує збір і обробку даних у реальному часі та дозволяє підвищити точність визначення стану об'єктів в умовах змінного середовища.

Ключові слова: мікроконтролер, моніторинг, температура, рухомі об'єкти, датчики.

Abstract

A method for designing a microcontroller-based system for monitoring the temperature and activity of animals is proposed, which ensures real-time data acquisition and processing and improves the accuracy of assessing their condition under changing environmental conditions.

Keywords: microcontroller, monitoring, temperature, moving objects, sensors.

Вступ

Сучасний розвиток мікроконтролерних технологій та вбудованих систем сприяє їх широкому застосуванню для моніторингу параметрів тварин у сільському господарстві, ветеринарії та наукових дослідженнях [1]. Контроль температури та рухової активності є важливим для оцінювання фізіологічного стану тварин і своєчасного виявлення відхилень у їх поведінці та здоров'ї [2]. Застосування датчиків та мікроконтролерів дозволяє забезпечити безперервний збір даних і підвищити точність вимірювань в умовах змінного середовища.

Метою роботи є розроблення підходу до побудови мікроконтролерної системи моніторингу температури та активності тварин із можливістю обробки даних у реальному часі.

Результати дослідження

Сучасна автоматизація моніторингу фізіологічних показників тварин базується на стратегічному поєднанні енергоефективних мікроконтролерів із високоточними МЕМС-сенсорами [3], що знаменує перехід від періодичних ручних вимірювань до безперервного телеметричного контролю. Стандартні алгоритми прямого зчитування даних з датчиків залишаються базовим інструментом для фіксації температури тіла в ідеальних умовах. Їхньою перевагою є мінімальне навантаження на процесор та висока швидкість роботи. Проте такі методи виявляються неефективними в умовах змінного середовища та "зашумлених" даних. Наприклад, інтенсивна рухова активність тварини може викликати хибні температурні флуктуації, тоді як різке зниження температури повітря впливає на покази поверхневих датчиків, створюючи велику кількість хибних аномалій [4].

Розвиток технологій вбудованих систем змістив науковий фокус на оптимізацію безперервного збору та передачі телеметричних показників [5]. Сучасні дослідження підтверджують ефективність розробки мультисенсорних апаратних рішень для трансляції даних у реальному часі [6]. Показовим варіантом реалізації є спільне використання просторових акселерометрів та високоточних цифрових датчиків температури. Відповідна конфігурація забезпечує одночасну фіксацію кінематичних і теплових параметрів з подальшим формуванням єдиного пакету даних для бездротової відправки [7]. Зібраний у такий спосіб масив інформації дозволяє вже на рівні центрального сервера об'єктивно оцінювати стан тварини та відрізнити запальні процеси від природного нагрівання тіла внаслідок фізичної активності.

Вибір апаратної платформи відіграє ключову роль у забезпеченні тривалої автономності пристрою моніторингу. Використання сучасних енергоефективних мікроконтролерів із підтримкою режимів глибокого сну вирішує проблему швидкого розряду елементів живлення [8]. Бездротова передача

зібраної інформації також вимагає жорсткої оптимізації енергоспоживання. Застосування адаптивних протоколів радіозв'язку дозволяє сформувати гнучку та надійну інфраструктуру трансляції даних на різні відстані. Відповідні технології гарантують стабільну роботу телеметричної системи в умовах масштабних сільськогосподарських угідь або відкритих пасовищ.

Організація обробки сигналів у вигляді послідовного конвеєра є найбільш оптимальним рішенням. Спочатку мікроконтролер отримує дані з первинних перетворювачів та здійснює базову фільтрацію апаратних шумів. Наступним кроком відбувається агрегація температурних і кінематичних показників у єдиний структурований пакет даних. Сформований масив інформації відправляється бездротовим каналом зв'язку на центральний сервер для детального вивчення. Запропонований метод переносить основне обчислювальне навантаження з автономного модуля на серверну частину [9]. Такий розподіл завдань максимізує енергоефективність пристрою моніторингу та дозволяє використовувати потужні комп'ютерні алгоритми для точного розпізнавання відхилень у здоров'ї тварини.

Висновки

Запропонований підхід дозволяє перетворити традиційні періодичні вимірювання на систему безперервного телеметричного моніторингу, де оцінка стану кожного об'єкта базується на одночасному аналізі температури та рухової активності. Дане рішення створює надійний фундамент для побудови автономної інформаційної інфраструктури, яка здатна ефективно масштабуватися в умовах великих сільськогосподарських підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Neethirajan S. Transforming the Adaptation Physiology of Farm Animals through Sensors [Електронний ресурс] / Suresh Neethirajan // *Animals*. – 2020. – Т. 10, № 9. – С. 1–25. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/ani10091512>.
2. Çetintav B. Utilizing Physiological Metrics and Change Point Analysis for Real-Time Livestock Health Monitoring [Електронний ресурс] / Bekir Çetintav, Halil Berk Aygün, Hamza İshak Eseoğlu, Mehmet Murat Doğusan // *Balikesir Health Sciences Journal*. – 2025. – Т. 14, № 1. – С. 94–100. – Режим доступу: <https://doi.org/10.53424/balikesirsbd.1603542>.
3. Helwatkar A. Sensor Technology For Animal Health Monitoring [Електронний ресурс] / Amruta Helwatkar, Daniel Riordan, Joseph Walsh // *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*. – 2020. – Т. 7, № 5. – С. 1–6. – Режим доступу: <https://doi.org/10.21307/ijssis-2019-057>.
4. Zhang Q. A Multicore and Edge TPU-Accelerated Multimodal TinyML System for Livestock Behavior Recognition [Електронний ресурс] / Qianxue Zhang, Eiman Kanjo // *IEEE Internet of Things Journal*. – 2026. – Т. 13, № 1. – С. 666–677. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1109/IJOT.2025.3624811>.
5. Schulthess L. A Lora-Based and Maintenance-Free Cattle Monitoring System for Alpine Pastures and Remote Locations [Електронний ресурс] / Lukas Schulthess, Fabrice Longchamp, Christian Vogt, Michele Magno // *Proceedings of the 11th International Workshop on Energy Harvesting & Energy-Neutral Sensing Systems*. – 2023. – С. 44–50. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1145/3628353.3628549>.

Вістяк Юрій Юрійович — студент групи ІСП-226, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: urav1230@gmail.com

Науковий керівник: **Кадук Олександр Володимирович** — к. тех. н., доцент, Кафедра Обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Vistyak Yuriy Yuriyovych — student of group ISP-22b, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: urav1230@gmail.com

Research supervisor: **Kaduk Oleksandr Volodymyrovych** — Cand. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnyts