

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

^{1,2}Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки
Державного Біотехнологічного університету, Харків, Україна

³Кафедра онкології, променевої терапії, онкохірургії та паліативної допомоги Харківського
Національного медичного університету, Харків, Україна

Анотація. Дослідження наявних технічних засобів для визначення фізіологічного стану корів та аналіз прикладів існуючого обладнання для бездротової передачі даних моніторингу стада корів.

Ключові слова: Радіомоніторинг тварин, фізіологічний стан, біологічний об'єкт.

Є багато фізіологічних параметрів тварини, які необхідно контролювати у різних технологічних процесах тваринництва. Це такі дані як: моніторинг корів в лактації; виявлення в охоті та контроль статевого циклу телиць і корів; виявлення оптимального часу запліднення; контроль румінантного (жувального) процесу; рання діагностика захворювань; оцінка ефективності ветеринарних процедур; контроль стану пасовища. Якщо тварина знаходиться в приміщенні, наприклад, у корівнику, то виміряти подібні параметри не складає великих труднощів. Для цього існують спеціальні загороди і портативні або стаціонарні вимірювальні прилади. Тварина, що знаходиться в умовах пасовища, підпадає під вплив зовнішніх умов, може захворіти або отримати розлад травного тракту. Крім того, тварини мають природні фізіологічні цикли. Наприклад, корови, яких необхідно вчасно запліднювати.

Вирішити завдання моніторингу можна різними методами, зокрема за допомогою автоматизованих систем наземного або повітряного базування. Це відповідно метод радіомоніторингу тварин (РМТ) [1] та метод моніторингу за допомогою БПЛА [1, 2].

Різними фірмами випускаються датчики фізіологічного стану та інших параметрів. Один з таких пристроїв випускає фірма TekVet. Вимірювальний прилад поступає з внутрішньою батареєю, яка розрахована на життя тварини. Як тільки вимірювальний прилад буде прикріплений, система моніторингу TekVet Health автоматично підбере електронну передачу даних, включаючи інформацію щодо температури та ідентифікаційного номеру тварини, рис. 1.



Рис. 1

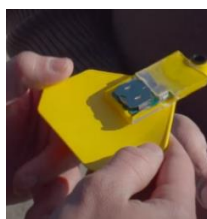


Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

Під час встановлення термістор прослизає всередину вушного каналу тварини. У великої рогатої худоби природно виділяється значна кількість вушного воску, який утворює природну герметичність навколо термістора, що захищає його від погодних умов. На рис. 1 показаний приклад вушної бірки зі встановленим датчиком температури і радіомодулем для передачі даних.

Компанією Quantified Ag була розроблена вушна бирка, яка контролює не тільки температуру та інші життєво важливі ознаки, а також рух тварини, рис. 2. Дані передаються бездротовим способом на центральний сервер, де аналізуються порушення. Коли параметри тварин виходять за межі норми, їх можна витягнути і переглянути. Також можна відзначити нашійник для тварин «Silent Herdsman». Він відстежує рівень споживання їжі та відгодівлі корови, а також стежить за

тим, яка в них температура, це важливий показник здоров'я. Але для його роботи потрібна мережа Інтернет, рис. 3. В Остіні, штат Техас, розроблена «e-pill», таблетка-датчик, яка розміщується в один із шлунків корови. Після того, як у корову потрапляє через стравохід таблетка, пристрій починає зчитувати такі показники, як частота серцебиття, частота дихання, кислотність шлунку та рівень гормонів, а також повідомляє працівників за допомогою текстових повідомлень, якщо проблема виявлена, рис. 4.

Для виявлення готових до запліднення корів і в перегулі розроблено систему виявлення охоти по руховій активності, рис. 5. Дана система, по-перше, перевершує кращі західні пропозиції по функціоналу, по-друге, зручніше в користуванні, датчики «Ovi-bovi» вільно вішаються на стандартні нашійники коровам, не вимагаючи дотримання орієнтації; програмне забезпечення – українською; по-третє, при цьому датчики в два рази дешевше закордонних аналогів.

Датчики мають найсучаснішу схему, високоякісний ударостійкий корпус і управляються простим і зручним програмним забезпеченням. Електронна схема датчика «Ovi-bovi» містить три базові елементи: тривісний акселерометр-магнетометр FXOS8700CQ (Freescale Semiconductor, США), що вимірює рухову активність корови з частотою 1,56 Гц; мікроконтролер сімейства Cortex-M (STMicroelectronics, Швейцарія), який проводить накопичення даних від акселерометра, їх попередню обробку і упаковку для пересилання; трансивер Si4460 (Silicon Labs, США), чії характеристики дозволяють забезпечити дальність зв'язку від 500 м до 5 км, в залежності від налаштувань приймального вузла.

Одним з напрямків електроніки, що динамічно розвиваються, є розробка систем бездротової передачі даних. Вони базуються на використанні функціональних радіомодулів, які працюють на відстані від одного до декількох сотень метрів один від одного.

Радіомодуль «Гамма» призначений для організації автоматизованих комплексів на великих територіях, організації зв'язку між віддаленими об'єктами і пунктами збору та аналізу інформації, рис. 6.



Рис. 6



Рис. 7

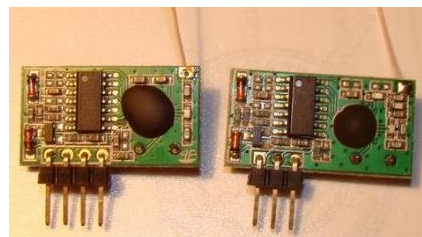


Рис. 8

Основні технічні характеристики. Несуча частота $433.92 \text{ МГц} \pm 0.2\%$; потужність передавача (max) 10 мВт; напруга живлення (номінал / допустимий діапазон) 10 / 5...15 В; струм навантаження (прийом / передача) 40/70 мА; Габаритні розміри 40x102x24 мм, вага 40 г.

Модуль RFM12BP розрахований для роботи в парі з модулем частотно модульованого (НС) трансивера RFM12. В діапазоні 433 МГц, при такій конфігурації, вдається досягти стійкого зв'язку на відстані до 3000 м при прямій видимості. Зовнішній вигляд модуля показаний на рис. 7. Основні характеристики радіомодуля RFM12BP. Діапазони: 433, 868, 915 МГц; внутрішня фільтрація даних і відновлення тактової частоти; підтримка дуже коротких пакетів даних до 3 байт; напруга живлення: 2,2...3,8 В – для ЧМ-трансивера, 8...12 В – для вихідного підсилювача потужності; струм споживання в режимі передачі: 260 мА; струм споживання в режимі прийому: 20 мА; чутливість приймача: -121 дБм; вихідна потужність передавача: 20 дБм (100 мВт); швидкість передачі по радіоканалу: до 250 kbps; розміри: 52 x 30 x 10 мм; вага з антеною: 20 г;

Радіомодулі, що працюють в діапазоні 433 МГц, компанії Hope Microelectronics (Hope RF) використовують ЧМ (частотну модуляцію). Ці пристрої мають невисоку ціну і малі розміри (не більше 3 см^2). На рис. 8 показано зовнішній вигляд радіо модулів: НМ-Р – ЧМ-приймача та НМ-Т – ЧМ-передавача. Радіомодулі виробляються у вигляді плати з встановленими компонентами і роз'ємом для підключення до зовнішніх кіл. Спеціалізовані радіомодулі НМ-серії з успіхом використовуються для створення систем бездротової передачі даних. Відомо, що системи зв'язку з ЧМ з багатьма параметрами перевершують системи з амплітудною модуляцією.

НМ-R – компактний модуль ЧМ-приймача. Підтримуючи досить високу швидкість прийому даних в діапазоні 600...9600 біт/с (300 біт/с...100 кбіт/с з зовнішнім фільтром) і володіючи гарною чутливістю, радіомодулі НМ-R здатні забезпечити впевнений зв'язок з передавачами НМ-T на відстанях від 160 до 370 м. Модулі відрізняються високою економічністю в широкому діапазоні живлячої напруги 2,5...5 В, при цьому споживаючи струм порядку 9...11 мА. Пристрої мають малі розміри. Параметри радіомодуля НМ-R: діапазон: 433 МГц; чутливість: -98 дБм; напруга живлення: 2,5...5 В; струм споживання в робочому режимі: 11 мА.

НМ-T – компактний радіомодуль ЧМ-передавача. Модулі передавачів НМ-T забезпечують швидкість передачі даних в діапазоні 600...9600 біт/с або 300 біт/с – 100 кбіт/с з використанням зовнішнього фільтра, що відповідає тим же значенням по пропускну здатності прийомних радіомодулів НМ-R. При вихідній випромінюваної потужності в кілька міліват вони здатні забезпечити впевнений зв'язок на відстані до 370 м при прямій видимості. Пристрої НМ-T ефективно працюють в діапазоні живлячих напруг 2,5...5 В, при цьому споживаючи струм всього 25...31 мА. Параметри радіомодулів НМ-T: діапазон: 433 МГц; вихідна потужність: 7 дБм; діапазон напруги живлення: 2,5...5 В; струм споживання: 31 мА. Радіомодулі приймачів НМ-R і передавачів НМ-T виконані у вигляді друкованих плат з габаритними розмірами 26,0x21,3x7,14 мм. Ці радіомодулі найбільш підходять за параметрами для використання у даному проекті.

ВИСНОВКИ. Існує багато різних датчиків для автоматизованого визначення фізіологічних параметрів тварин і передачі даних за допомогою бездротового зв'язку на центральний комп'ютер. Тому вибір того чи іншого типу датчиків залежить від умов випасу корів та вимог фермера. Всі розглянуті приклади радіомодулів мають невелику потужність і для їх використання на великих дальностях на пасовищі потребує підключення ретранслятора-підсилювача, який можливо розмістити на нашійнику тварини разом з її індивідуальним кодом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Shigimaga, V., Kosulina, N., Chorna, M., Sukhin, V., Kosulin, S., Korshunov, K., & Yevsyukov, Y. (2024). AUTOMATED TECHNOLOGY OF MEASUREMENT OF PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF FARM ANIMALS. *Automation of Technological and Business Processes*, 16(3), 42-51. <https://doi.org/10.15673/atbp.v16i3.2919>
2. Коршунов, К. С., Косуліна, Н. Г., Косулін, С. В. (2023). Варіант оптимізації льотної ваги коптеру з медичними діагностичними засобами. *Сучасні технології біомедицини інженерії: матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції*. (с. 40–43). 17–19 травня 2023 р. Нац. ун-т «Одеська політехніка». – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К».

Шигимага Віктор Олександрович, д.т.н., професор, професор кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедицини інженерії та електротехніки Державного біотехнологічного університету, м. Харків, Україна, vash105@gmail.com

Косуліна Наталія Геннадіївна, д.т.н., професор, професор кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедицини інженерії та електротехніки Державного біотехнологічного університету, м. Харків, Україна, kosnatgen@ukr.net

Косулін Станіслав Валерійович, к.м.н., асистент кафедри онкології, променевої терапії, онкохірургії та паліативної допомоги Харківського Національного медичного університету, м. Харків, kosulinmd@gmail.com

TECHNICAL MEANS FOR DETERMINING THE PHYSIOLOGICAL STATE OF BIOLOGICAL OBJECTS

Abstract. Research into available technical means for determining the physiological state of cows and analysis of examples of existing equipment for wireless data transmission for monitoring a herd of cows.

Keywords: Radio monitoring of animals, physiological state, biological object.

Victor Shigimaga, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor Department of Electromechanics, Robotics, Biomedical and Electrical Engineering State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, vash105@gmail.com

Natalia Kosulina, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor Department of Electromechanics, Robotics, Biomedical and Electrical Engineering State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, kosnatgen@ukr.net

Stanislav Kosulin PhD, assistant of Kharkiv's National Medical University Department of Oncology, radiotherapy, oncosurgery and palliative care, Kharkiv, Ukraine, kosulinmd@gmail.com