

## ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ТВАРИН НА ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ЇХ ЗООТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Вінницький національний технічний університет, e-mail: [kulakovpi@gmail.com](mailto:kulakovpi@gmail.com)

*У статті запропоновано та розглянуто спосіб оцінки стану тварин у доїльно-молочних відділеннях тваринницьких ферм на основі результатів вимірювання їх зоотехнічних параметрів за допомогою відповідних інформаційно-вимірювальних систем. Виявлення відхилень стану тварин від норми дозволяє завчасно виявити їх певні захворювання та неналежну якість роботи персоналу ферми. Запропонований спосіб оцінки стану тварин придатний для будь-яких способів їх утримання.*

**Ключові слова:** доїльна установка, стан тварини, тваринницька ферма, зоотехнічні параметри, процес доїння.

### Вступ

У теперішній час неможливе ефективне функціонування тваринницьких ферм з великою кількістю тварин без систем автоматичного управління технологічним процесом отримання молока, до складу яких входять інформаційно-вимірювальні системи параметрів технологічного процесу та інформаційно-вимірювальні системи зоотехнічних параметрів тварин (ІВСЗПТ). За допомогою вищевказаних систем здійснюється загальний облік удою на фермі, визначаються параметри молока, здійснюється облік удою кожної тварини, вимірюються її зоотехнічні параметри, забезпечується ефективне управління стадом та тваринницькою фермою в цілому [1]. За допомогою відповідних технічних засобів та обслуговуючого персоналу ферми, у ручному режимі проводяться контрольні доїння, планові перевірки стада на наявність маститу, виявлення травмованості тварин, інші зоотехнічні та ветеринарні процедури. Отримані результати цих операцій також використовуються системами автоматичного управління технологічним процесом отримання молока. ІВСЗПТ для доїльно-молочних відділень тваринницьких ферм використовуються у технологічному процесі отримання молока при усіх способах утримання тварин та усіх видах доїльних установок, що значно підвищує ефективність молочного господарства. Перспективним напрямом їх подальшого розвитку є створення та впровадження засобів для виявлення відхилень стану тварин від норми на основі результатів вимірювального контролю їх зоотехнічних параметрів.

### Літературний огляд та постановка задачі

Нині ІВСЗПТ випускаються практично усіма виробниками доїльного обладнання [2, 3]. За їх допомогою здійснюється автоматичне вимірювання необхідних для ефективного управління тваринницькими фермами зоотехнічних параметрів тварин та параметрів технологічного процесу отримання молока [2]. Але значна кількість вимірювальних та технологічних процедур, які необхідні для оцінювання стану тварини, виконуються вручну персоналом ферми. Це в першу чергу стосується планової перевірки стада на наявність маститу, виявлення травмованості тварин, вияв-

лення їх стресового стану, в більшості випадків виявлення стану "охоти" [4]. Певні відхилення стану тварин від норми можуть бути спровоковані неналежним виконанням персоналом своїх обов'язків, що за допомогою існуючих технічних засобів виявити практично неможливо [5]. Вищевказані фактори негативно впливають на ефективність роботи ферми. Окрім того, за допомогою сучасних ІВСЗПТ неможливо провести комплексну оцінку стану тварини та виявити тих тварин, стан яких за певними критеріями не відповідає нормі. Виходячи з цього, необхідно розробити спосіб автоматичного оцінювання стану тварини та встановлення причин відхилення його від норми на основі результатів вимірювального контролю зоотехнічних параметрів.

### Рішення проблеми

На рис. 1 наведена типова узагальнена структурна схема ІВСЗПТ. До складу цієї системи входять  $N$  блоків забезпечення процесу доїння (БЗПД),  $K$  блоків забезпечення розколу тварин (БЗР),  $M$  блоків керування чесальною установкою (БКЧУ), зчитувачі транспондерів (ЗТ), якими обладнані усі вищевказані вузли інформаційно-вимірювальної системи і кількість яких, відповідно, дорівнює  $N + K + M$ , сервер з програмним забезпеченням, за допомогою якого забезпечується функціонування системи.

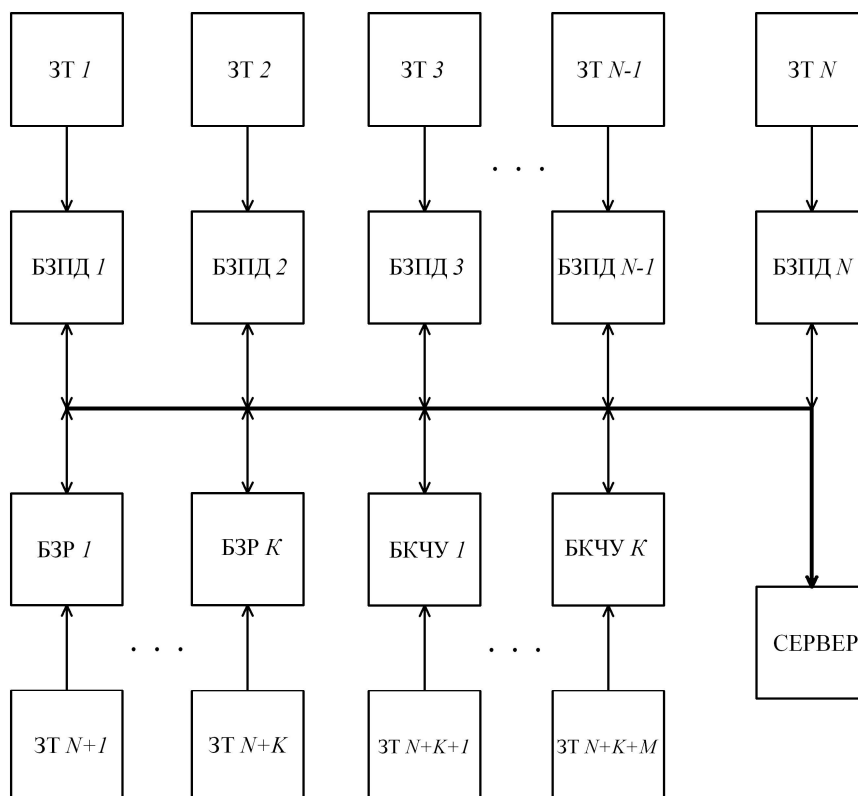


Рис. 1. Узагальнена структурна схема інформаційно-вимірювальної системи зоотехнічних параметрів тварин

Будь-яка доїльна установка має у своєму складі доїльні станки, розташування яких визначається типом доїльної установки та її структурою. Кожний доїльний станок обладнаний звичайним доїльним апаратом, якщо до складу доїльної установки не входить ІВСЗПТ. У випадку викорис-

тання ІВСЗПТ усі доїльні станки обладнуються БЗПД, які здійснюють керування процесом доїння, забезпечують вимірювання певних зоотехнічних параметрів тварин, за допомогою ЗТ отримують ідентифікаційну та вимірювальну інформацію від транспондерів, які встановлюються на тваринах. Після закінчення процесу доїння уся отримана вимірювальна та службова інформація передається до серверу ІВСЗПТ, де здійснюється її обробка за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

При використанні ІВСЗПТ на усіх тваринах стада закріплюються транспондери, які можуть бути пасивними або активними. Пасивні транспондери на мають власного джерела живлення і використовуються виключно для ідентифікації тварини за її номером. До складу активних транспондерів, які мають власне джерело живлення, можуть входити засоби вимірювання активності та румінації (жувальної активності).

За допомогою БЗР забезпечується управління потоком тварин у доїльно-молочному відділенні тваринницької ферми. Після закінчення процесу доїння тварини виходять з установки та прямують до місця свого утримання. На шляху тварин розташовуються розкольні ворота, за допомогою яких конкретна тварина спрямовується в місце утримання, або в спеціальне приміщення, в якому проводяться ветеринарні та зоотехнічні процедури. Кількість БЗР залежить від типу та структури доїльної установки, управління БЗР здійснюється за допомогою інформації, яка надходить від сервера ІВСЗПТ. Кожний БЗР обладнаний ЗТ, після ідентифікації тварини у БЗР аналізується інформація стосовно цієї тварини, яка надійшла від сервера, після чого приймається рішення про напрямок руху цієї тварини. Рішення про розкол може бути прийняте на основі результатів вимірювання зоотехнічних параметрів, або на основі інформації, яку дояр вручну вводить до БЗПД під час підготовки тварини до доїння або під час доїння (наприклад наявність травми, маститу та інш.).

Сучасні тваринницькі ферми обладнуються автоматичними установками для чесання тварин, які розташовуються у місцях їх утримання. Вони забезпечують підвищення комфорту тварини, збільшують середній добовий удій, зменшують стресовий стан тварини, зменшують витрати на лікування тварин та ремонт стійлового обладнання. Окрім того, правильне розташування чесальних установок допомагає організувати оптимальний рух тварин у корівнику і сприяє їх природній поведінці. Управління чесальною установкою здійснюється за допомогою БКЧУ, який обладнаний ЗТ. Після виходу тварини з робочої зони установки, БКЧУ здійснює передачу коду транспондера тварини та інформацію про тривалість її знаходження на установці до серверу ІВСЗПТ. За допомогою програмного забезпечення, яке знаходиться на сервері, проводиться облік часу та кількості випадків користування конкретною твариною чесальною установкою. У випадку значного відхилення цих параметрів від норми формується відповідне повідомлення обслуговуючому персоналу ферми, після чого визначена тварина досліджується ветеринаром.

В цілому, за допомогою вищенаведеного варіанту ІВСЗПТ можливе вимірювання комплексу зоотехнічних параметрів дійних тварин у доїльно-молочних відділеннях тваринницьких ферм. Одним з найважливіших зоотехнічних параметрів є удій тварини. Розрізняють разовий удій  $V_R$  протягом одного доїння, добовий удій  $V_D$ , удій за період лактації  $V_L$ . Вимірювання удою здійснюють-

ся за допомогою БЗПД, який обладнується відповідним вимірювальним каналом. Суттєве зниження разового або добового удою свідчить про можливе захворювання тварини, або її стресовий стан, або про неналежне виконання своїх обов'язків дояром під час підготовки тварини до доїння. На сучасних молочних фермах доїння може здійснюватись два рази на добу - вранці та ввечері, або три рази на добу - вранці, вдень та ввечері. Згідно зоотехнічних норм [6], якщо ранковий, денний, або вечірній удій менше на двадцять і більше відсотків аналогічного удою за попередній день, то це є ознакою неякісної підготовки тварини до доїння дояром.

Температура тіла тварини також є важливим показником її стану. Якщо її значення менше ніж  $T_{MIN}$ , це може свідчити про наявність у тварини стресового стану або певних захворювань, які викликають слабкість. Якщо температура тіла тварини перевищує  $T_{MAX}$ , це може свідчити про наявність інфекційного захворювання або запалювального процесу.

Електропровідність молока здорової тварини знаходиться в певних межах  $s_{MIN} - s_{MAX}$ . При наявності маститу електропровідність молока суттєво збільшується, відповідно, вимірювальний контроль значення електропровідності забезпечує виявлення маститу, в тому числі на початкових стадіях [7]. Для підвищення точності діагностики маститу, вимірювальний контроль електропровідності здійснюють для кожної чверті вимені. Зменшення електропровідності молока нижче значення  $s_{MIN}$  може свідчити про фальсифікацію результатів удою персоналом ферми.

Тривалість доїння  $t_D$  певним чином характеризує стан тварини. Якщо тривалість доїння конкретної тварини значно збільшилася у порівнянні з середнім значенням, це може свідчити про погану підготовку тварини до доїння дояром, або наявність стресового стану. Середнє значення тривалості доїння конкретної тварини визначається шляхом усереднення результатів багаторазових вимірювань.

Інтенсивність молоковиділення також певним чином характеризує стан тварини. Її визначають як відношення разового удою до тривалості доїння за виразом

$$I_R = \frac{V_R}{t_D}. \quad (1)$$

Якщо інтенсивність молоковиділення конкретної тварини значно зменшилася у порівнянні з середнім значенням, це може свідчити про наявність маститу, або погану підготовку тварини до доїння, або наявність стресового стану. Середнє значення інтенсивності молоковиділення конкретної тварини визначається шляхом усереднення результатів багаторазових вимірювань. Окрім того, важливими зоотехнічними показниками є інтенсивність молоковиділення в перші тридцять секунд після початку доїння  $I_{30}$ , інтенсивність молоковиділення на часовому проміжку від тридцяти до шестидесяти секунд після початку доїння  $I_{60}$ , інтенсивність молоковиділення на часовому проміжку від шестидесяти до дев'яноста секунд після початку доїння  $I_{90}$  [8].

У відповідності з зоотехнічними нормами [4], тривалість латентного періоду  $T_L$ , який визначається як час між початком доїння та надходженням ста грамів молока, не повинен перевищувати

двадцять секунд. Якщо його тривалість більша вищевказаної норми, це свідчить про низьку якість підготовки тварини до доїння обслуговуючим персоналом ферми.

Згідно з [4], в середньому тварина користується чесальною установкою від трьох до семи разів на добу. На основі аналізу результатів спостереження чесальної активності тварин на протязі лактаційного періоду, для кожної тварини визначається норма користування чесальною установкою  $C_{MIN}$  -  $C_{MAX}$ . Суттєве збільшення чесальної активності свідчить про високу імовірність наявності у тварини шкірних захворювань або клещів, суттєве зменшення чесальної активності може бути ознакою захворювання тварини, її поганого стану, наявності стресу.

Активність тварини визначається як середнє значення кількості її рухів. Вимірюється активність за допомогою відповідного засобу вимірювання, який реалізований на основі гіроскопічних первинних вимірювальних перетворювачів та інтегрований з активним транспондером. Після аналізу результатів спостереження активності тварин, для кожної конкретної тварини визначається норма  $A_{MIN}$  -  $A_{MAX}$ . Зменшення активності тварини є ознакою поганого самопочуття, яке може бути зумовлено захворюванням, травмою, або стресовим станом. Збільшення активності, як правило, є ознакою того, що тварина знаходиться в стані "охоти". Вимірювальна інформація про активність тварини передається до БЗПД за допомогою ЗТ під час підготовки тварини до доїння або під час доїння.

Жувальна активність тварини, або румінація, визначається тільки при використанні активних транспондерів, які інтегровані з відповідним засобом вимірювання. Визначення жувальної активності здійснюється за допомогою мікрофона, який жорстко закріплений на боковій частині шиї тварини. Шляхом обробки вихідного сигналу мікрофона визначається норма для кількості жувальних рухів конкретної тварини  $R_{MIN}$  -  $R_{MAX}$ . Результат вимірювання жувальної активності передається до БЗПД за допомогою ЗТ під час підготовки тварини до доїння або під час доїння. Значне зменшення жувальної активності відносно нормального для даної тварини значення може свідчити про наявність певних захворювань або стресового стану. Збільшення жувальної активності може бути ознакою стану "охоти" у тварини.

Вимірювальний контроль стану тварини на основі результатів вимірювання одного зоотехнічного параметру має низьку вірогідність внаслідок наявності великої кількості факторів, які впливають на його значення. Підвищити вірогідність контролю стану тварини доцільно шляхом використання багатопараметричного вимірювального контролю на основі результатів вимірювання певної кількості залежностей зоотехнічних параметрів тварин від дня лактації. У відповідності з [9], відхилення стану тварини від норми супроводжується одночасною зміною певної кількості зоотехнічних параметрів.

На рис. 2 наведені експериментальні залежності деяких зоотехнічних параметрів тварин від дня лактації при виникненні маститу. На початкових стадіях маститу починає збільшуватись електропровідність молока, і на певному етапі її значення перевищує максимально допустиме, що є основною ознакою його виникнення. Однак на електропровідність молока, окрім наявності маститу, впливають також кормові добавки, деякі ліки, раціон харчування та інші фактори. Тому ме-

тод виявлення маститу тільки за результатами вимірювання електропровідності молока має низьку вірогідність.

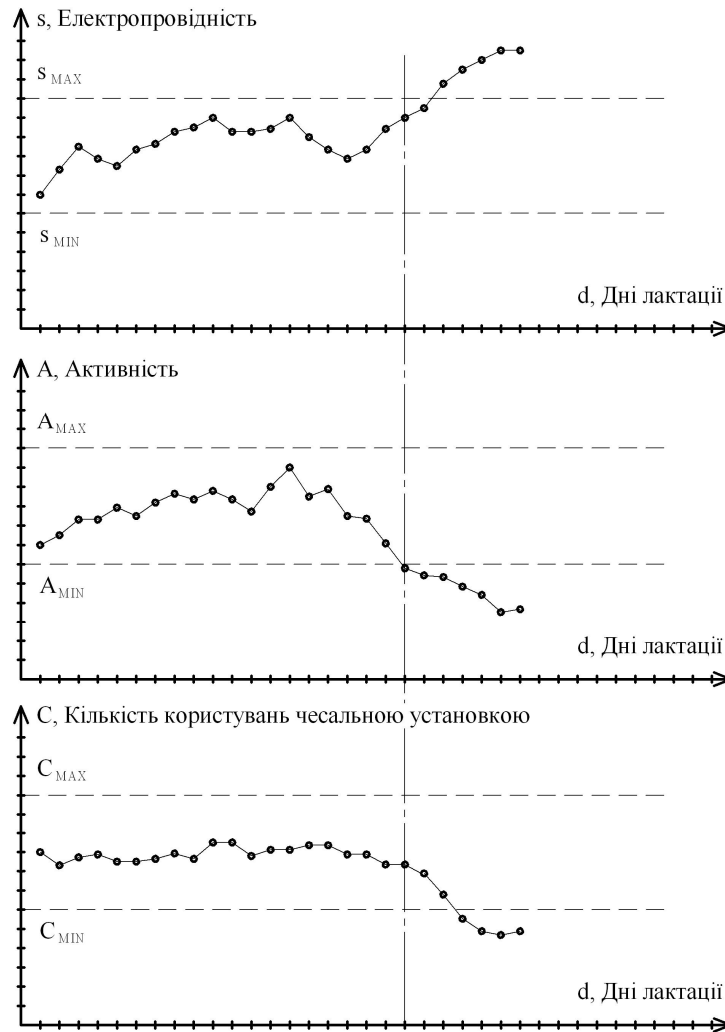


Рис. 2. Типові залежності деяких зоотехнічних параметрів тварин від дня лактації при виникненні маститу

Як слідує з рис. 2, майже одночасно із збільшенням електропровідності, внаслідок погіршення самопочуття тварини, починає зменшуватись її активність та кількість користувань чесальною установкою. Експериментальне виявлення цих трьох факторів свідчить про наявність у тварини початкових стадій маститу з достатньо високим ступенем імовірності. Але остаточний висновок можна зробити тільки після проведення відповідних лабораторних досліджень.

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що збільшення температури тіла тварини вище  $T_{MAX}$  одночасно із збільшенням латентного періоду  $T_L$ , збільшенням тривалості доїння  $t_D$ , зменшення інтенсивності молоковиділення  $I_R$  та параметрів  $I_{30}$ ,  $I_{60}$ ,  $I_{90}$ , може бути ознакою наявності запалювального процесу або інфекційного захворювання.

Збільшення латентного періоду  $T_L$  та тривалості доїння  $t_D$  одночасно із зменшенням інтенсивності молоковиділення  $I_R$  та параметрів  $I_{30}$ ,  $I_{60}$ ,  $I_{90}$  може бути ознакою неякісної підготовки тварини до доїння або наявністю стресового стану, який може виникнути внаслідок великої кількості причин.

Одночасне зменшення активності  $A$ , румінації  $R$ , разового удою  $V_R$  та добового удою  $V_D$  є ознакою наявності стресового стану або травмованості тварини.

Одночасне збільшення активності  $A$  та румінації  $R$  свідчить про стан "охоти" у тварини.

### **Висновки :**

Запропонований спосіб виявлення відхилень стану тварин від норми на основі результатів однопараметричного та багатопараметричного вимірювального контролю зоотехнічних параметрів тварин дозволяє завчасно виявити певні захворювання та неналежну якість роботи персоналу ферми. При використанні цього способу встановлюється невідповідність стану тварини нормі і попередньо визначається причина цього відхилення. Остаточна діагностика здійснюється за допомогою відповідних лабораторних та ветеринарних досліджень. Впровадження цього способу дозволяє підвищити ефективність функціонування доїльно-молочного відділення тваринницької ферми.

### **Список літератури**

1. Кучерук, В. Ю. Статистичні моделі тривалості машинного доїння [Текст] / В. Ю. Кучерук, Є. А. Паламарчук, П. І. Кулаков, Т. В. Гнесь // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 3, № 1 (67). – С. 4–7.
2. Каталог продуктов и услуг ДеЛаваль [Текст], 2011 – 372 с.
3. Тесленко, И. И. Расчет и технологический анализ этапов организации процессов доения [Текст] / И. И. Тесленко, И. И. Тесленко // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 2 (6). – С. 93–97.
4. Цой, Ю. А. Процессы и оборудование доильно-молочных отделений животноводческих ферм [Текст] / Ю. А. Цой. - М. : ГНУ ВИЭСХ, 2010. - 424 с.
5. Де Монмоллен, Н. Системы «человек-машина» [Текст] / Н. Де Монмоллен, - М.: Мир, 1973, 256 с.
6. Гельштейн, З. И. Уточненный расчет производительности доильных установок [Текст] / З. И. Гельштейн, А. Я. Вилцанс, А. Р. Лауре, М. Я. Лусис // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. - 1973. - № 10. - с. 18-23.
7. Тепел, А. Физика и химия молока [Текст] / Тепел А. - М.: "Пищевая промышленность", 1979. - 624 с.
8. Кучерук, В. Ю. Датчик інтенсивності молоковіддачі переносного доїльного апарату для стійлого молокопроводу [Текст] / В. Ю. Кучерук, П. І. Кулаков, Є. А. Паламарчук, Т. В. Гнесь // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013. – №3. – с. 44-48.
9. Berry, D. P. Factors associated with milking characteristics in dairy cows [Text] / D. P. Berry, B. Coughlan, B. Enright, S. Coughlan, M. Burke // Journal of Dairy Science. - 2013. - Vol. 96, № 9. - p. 5943 - 5953.