

УДК 636.2.034:004

**А.Б. Грищенко, И.И. Гируцкий,
А.Г. Сеньков**

*(УО «БГАТУ»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

В.Ф. Марышев, В.В. Чумаков

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по
механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
СРЕДСТВ
ИДЕНТИФИКАЦИИ
ДОЙНЫХ КОРОВ**

Введение

Технология беспривязного содержания с доением в зале на современных компьютеризированных доильных установках является основной в молочном скотоводстве Республики Беларусь [1]. Ключевое значение при этом приобретает надежная идентификация животных, для которой используется радиочастотный или инфракрасный метод [2].

Если распознавания коровы не произошло, дойка классифицируется как нераспознанная (то есть не отнесенная ни к какой корове), что приводит к нежелательному сбою в учете как продуктивности, так и других технологических параметров. Экспериментальные исследования электронного оборудования для идентификации дойных коров в условиях молочно-товарных комплексов свидетельствуют о существенном числе нераспознанных коров, количество которых может колебаться от 3 до 10 % (рисунок 1)



Рисунок 1. – Экспериментальные данные по идентификации коров в доильном зале ОАО «Тихиничи», Гомельская обл., Рогачевский р-н, а/г Тихиничи, среднее значение – 5,5 % нераспознанных коров

Основная часть

Поэтому актуальной является задача снижения числа нераспознанных коров. Для повышения надежности системы определения дойных коров предлагается алгоритм идентификации коров по совокупности трех показателей: электронной идентификации индивидуальными антеннами, по значениям надоя, по электропроводности молока (рисунок 2). При этом возникает задача обработки больших массивов данных с целью извлечения новых знаний.

Экспериментальные данные, послужившие основой работы, были получены в результате обследования двух хозяйств: СПК «Винец» (Брестская обл., Березовский р-н, д. Ревятичи) и ОАО «Тихиничи» (Гомельская обл., Рогачевский р-н, а/г Тихиничи) путем удаленного сбора с использованием глобальной сети Интернет (рисунок 3).

Идентификация коров по совокупности трех показателей

Первоначально выполняется идентификация коровы с помощью индивидуальной антенны (полагаем, что вероятность успешной идентифика-

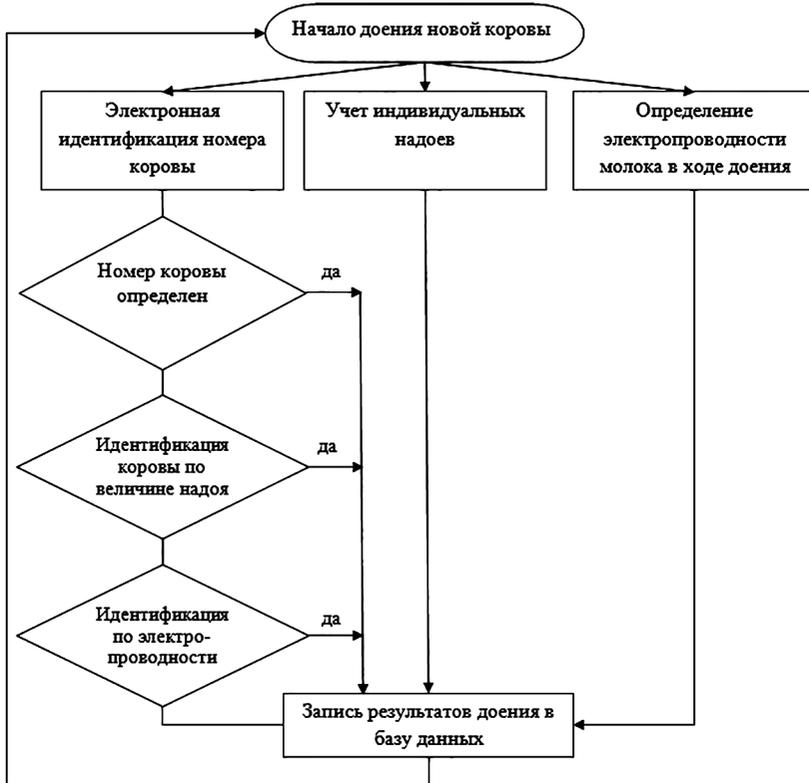


Рисунок 2. – Алгоритм трехпараметрической идентификации дойных коров



Рисунок 3. – Удаленный сбор экспериментальных данных о параметрах дойки с использованием глобальной сети Интернет

ции коровы с помощью индивидуальной антенны при данном конкретном доении не зависит от успешности или неуспешности ее идентификации в предыдущих доениях). В соответствии с полученными данными процент верного распознавания при использовании индивидуальных антенн составляет около 94–96 % (в среднем количество нераспознанных коров при помощи индивидуальных антенн составляет 3,27 % со стандартным отклонением 2,56 % для СПК «Винец» и 5,49 % со стандартным отклонением 2,36 % для ОАО «Тихиничи»).

Пусть в процессе однократного доения всей группы коров некоторое число коров N^* осталось нераспознанным с помощью индивидуальных антенн. Для них известны номера: $\Omega^* = \{n_1^*, \dots, n_{N^*}^*\}$, а также значения надоя: $Y^* = \{y_1^*, \dots, y_{N^*}^*\}$.

Для этих нераспознанных коров используется идентификация по 2-му признаку – по значению надоя. В результате после 2-го этапа идентификации нераспознанными останется некоторое число N^{**} коров. Для этих коров используется 3-й этап идентификации – идентификация по электропроводности молока.

Значение надоя коровы в отдельно взятое доение y является случайной величиной и определяется множеством факторов: питанием, параметрами микроклимата, биологическими особенностями данного животного и т. д. Вследствие этого можно предполагать, что случайная величина Y – надой коровы с номером i – имеет нормальное распределение, причем значения математического ожидания m_i и среднего квадратического отклонения σ_i зависят от идентификационного номера коровы, то есть для каждой коровы – свои, и поэтому также являются случайными величинами. Как показывает статистический анализ массива экспериментальных данных, полученных в ОАО «Тихиничи» и СПК «Винец», распределение значений математического ожидания m_i и прогнозных значений среднего квадратического отклонения надоя коров σ_i близко к нормальному [3].

Подход к идентификации нераспознанных коров по значениям надоя включает в себя следующие шаги:

1. На основании статистических данных по надюю в соответствующее время суток (утреннее, дневное либо вечернее доение) за предыдущие M дней вычислить прогнозные значения удоя при текущем доении для нераспознанных коров: $\hat{Y} = \{\hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N^*}\}$.

Прогнозные значения надоя для каждой нераспознанной коровы предлагается определять на основании регрессионного анализа надоев за последние M дней (в работе $M = 7$) в соответствующее время суток (утреннее, дневное либо вечернее доение) по формуле:

$$\hat{y}_i = k_i \cdot \hat{x} + b_i,$$

где \hat{y}_i – теоретические значения надоя за последние M дней;

$i \in \Omega^*$;

\hat{x} – текущая дата;

k_i, b_i – коэффициенты линейной регрессии.

2. Путем сопоставления теоретически рассчитанных прогнозных значений надоя $\hat{Y} = \{\hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N^*}\}$ и реальных значений $Y^* = \{y_1^*, \dots, y_{N^*}^*\}$ на основании некоторого правила выбора установить однозначное соответствие между номерами нераспознанных коров $\Omega^* = \{n_1^*, \dots, n_{N^*}^*\}$ и реальными значениями надоя $Y^* = \{y_1^*, \dots, y_{N^*}^*\}$.

Правило сопоставления значений надоя с номерами нераспознанных коров включает следующие шаги:

1. Сортировка множества прогнозных значений надоя $\hat{Y} = \{\hat{y}_1, \dots, \hat{y}_{N^*}\}$ по возрастанию.

2. Сортировка множества реальных значений $Y^* = \{y_1^*, \dots, y_{N^*}^*\}$ по возрастанию.

3. Условие: если значение i -го элемента отсортированного множества реального удоя $Y^* = \{y_1^*, \dots, y_{N^*}^*\}$ попадает в прогнозный доверительный интервал $0,95 (\hat{y}_i - v_i; \hat{y}_i + v_i)$, значит значение i -го реального удоя y_i^* сопоставляется в соответствие i -му нераспознанному номеру коровы n_i^* . Здесь v_i – ширина доверительного интервала для прогнозных значений надоя.

Аналогичным образом проводится идентификация коров по значениям электропроводности молока.

Таким образом, вероятность идентификации коров по совокупности трех показателей – индивидуальных антенн, значениям надоя и электропроводности молока, определяется по формуле:

$$P_\Sigma = P_1 + (1 - P_1) * P_2 + (1 - P_1 + (1 - P_1) * P_2) * P_3,$$

где P_1 – вероятность правильной идентификации коров после первого этапа – с помощью индивидуальных антенн;

P_2 – вероятность правильной идентификации коров после второго этапа – по значению надоя;

P_3 – вероятность правильной идентификации коров после третьего этапа – по значению электропроводности молока.

Оценка качества идентификации коров по совокупности трех показателей

Численная оценка значений суммарной вероятности идентификации коров по совокупности трех показателей проводилась в данной работе с помощью методов имитационного моделирования на основе массива экспериментальных данных по надоям и идентификации коров в ОАО «Тихиничи» длительностью 7 месяцев, за период времени с 31.10.2014 г. по 28.05.2015 г. Число коров в экспериментальной группе было равно 131. Для выполнения расчетов использовалась компьютерная система «Matlab» [3].

В результате численного эксперимента по статистической обработке были получены следующие средние значения оцениваемых вероятностей.

Таблица 1. – Результаты численной оценки значений вероятности идентификации коров по совокупности показателей

Вероятность успешной идентификации коров:	Среднее значение	Максимальное значение	Численность коров	
			общая	распознанных
с помощью индивидуальных антенн	P_1	0,95	500	475
по значению надоя молока	P_2	0,2325	25	6
по значению электропроводности молока	P_3	0,0925	19	2
по трем показателям	P_{Σ}	0,9648	500	483

Заключение

Таким образом, предложенный способ идентификации коров при доении с учетом трех показателей позволяет повысить процент успешной идентификации в среднем с 95 % до 96,48 %, а в отдельных случаях – до 99 %, что позволит повысить качество учета надоев молочных коров.

14.10.2015

Литература

1. Самосюк, В.Г. Технологическое оборудование для производства молока / В.Г. Самосюк, В.О. Китиков, Э.П. Сорокин; Нац. акад. наук Беларуси, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск: Беларусь, 2013. – 493 с.
2. Гируцкий, И.И. Первичное информационное обеспечение животноводства при автоматизации ферм / И.И. Гируцкий, Г.Г. Палкин // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1997. – № 4. – С. 45–48.
3. Дьяконов, В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник / В. Дьяконов, В. Круглов. – СПб.: Питер, 2001. – 448 с.