

пособие / Ю. Ю. Громов [и др.]. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 76 с.

УДК 637.11:65.011.56

## **ОБОСНОВАНИЕ КРАТНОСТИ ДОЕНИЯ В СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОГО ДОЕНИЯ КОРОВ**

Д.Д. Сливаков – магистрант, Д.Ю. Тебенев – магистрант

Научный руководитель:

д-р техн. наук, профессор И.И. Гируцкий,  
канд. пед. наук, доцент Н.Г. Серебрякова,  
канд. физ.-мат. наук, доцент Н.М. Матвейчук  
*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Автоматизация процесса производства молока стремительно развивается. Использование роботов для доения коров способствует возникновению практически новой технологии, позволяющей учитывать индивидуальные суточные ритмы каждой коровы. Чёткое выполнение всех необходимых операций с соблюдением санитарных норм в подготовительный период и во время дойки, отсутствие травм вымени и его воспалений позволяют сохранить качество молока практически на уровне естественной микрофлоры. Использование роботов для доения коров способствует возникновению практически новой технологии, основная суть которой заключается в самообслуживании животного [1].

Среди разных последствий роботизации доения существенный интерес представляет его влияние на продуктивность коров [2]. Но проведение реальных экспериментов в условиях действующего производства требуют значительных затрат труда и времени и требуют адекватности подбора и содержания сравниваемых групп коров.

В Республике Беларусь функционируют большое число молочно-товарных комплексов с компьютеризированными системами управления. В системах управления стадом накапливаются значительные объемы данных по разовым надоям с различными промежутками времени между доениями, обусловленными принятыми условиями содержания дойного стада. Таким образом, возникает возможность путем обработки больших массивов данных (для 1 коровы, при 305 днях лактации и трехразовом доении – 915 измерений; стадо – 200,

400 или 600 коров) в рамках пассивного эксперимента построить динамическую модель накопления молока в вымени коровы. Динамическую модель накопления молока в вымени коровы можно представить в виде аperiodического звена 2-го порядка [3]

$$W_2(s) = \frac{y_{\max}}{(T_3 \cdot s + 1)(T_4 \cdot s + 1)}$$

Задача определения оптимальных интервалов времени между доениями, использующая в качестве критерия максимум суточного удоя, при трехразовом доении коровы в сутки имеет следующую математическую формулировку:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^3 \tau_i = 24, \\ z = y_{\max} \cdot \sum_{i=1}^3 \left( 1 - e^{-\frac{\tau_i}{T_1}} \right) \cdot \left( 1 - e^{-\frac{\tau_i}{T_2}} \right) \longrightarrow \max \end{cases} \quad (1)$$

Выразив из первого уравнения системы (1) интервал  $\tau_3$ :

$$\tau_3 = 24 - \tau_1 - \tau_2$$

и подставив его в целевую функцию системы (1), получим в итоге задачу поиска минимума непрерывной функции двух переменных:

$$\begin{aligned} z = y_{\max} \cdot & \left( \left( 1 - e^{-\frac{\tau_1}{T_1}} \right) \cdot \left( 1 - e^{-\frac{\tau_1}{T_2}} \right) + \left( 1 - e^{-\frac{\tau_2}{T_1}} \right) \cdot \left( 1 - e^{-\frac{\tau_2}{T_2}} \right) + \right. \\ & \left. + \left( 1 - e^{-\frac{24 - \tau_1 - \tau_2}{T_1}} \right) \cdot \left( 1 - e^{-\frac{24 - \tau_1 - \tau_2}{T_2}} \right) \right) \longrightarrow \max \end{aligned} \quad (2)$$

Численное решение данной задачи

$$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 8 \text{ ч}$$

приводит к выводу о необходимости доения через равные интервалы времени для повышения суточного удоя.

При использовании математической модели (2) суточный удой коровы при некотором целом числе  $n$  доений через равные интервалы времени выражается формулой:

$$y_c = y_{\max} \cdot n \cdot \left( 1 - e^{-\frac{24}{n \cdot T_1}} \right) \cdot \left( 1 - e^{-\frac{24}{n \cdot T_2}} \right)$$

Исследуя данную зависимость от числа  $n$  в интервале от 2 до 6 (рисунок 1) с учетом численных значений параметров  $T_1$ ,  $T_2$ , получим, что пик продуктивности соответствует трехразовому доению.

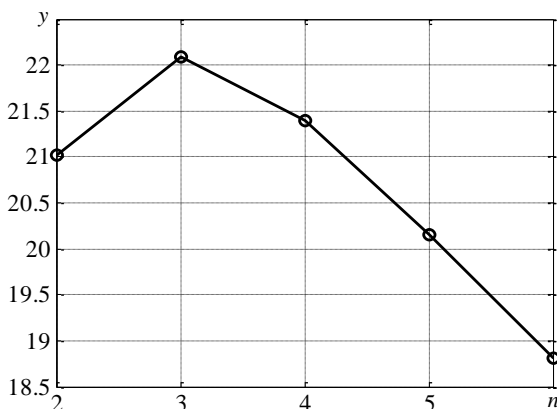


Рисунок 1 - Влияние числа доений на суточный удой коровы

### Список использованных источников

1. Казакевич, П.П. Технологическая концепция «умной» молочной фермы: монография / П.П. Казакевич, В.Н. Тимошенко, А.А. Музыка; – Жодино, 2021. – 245 с.
2. Ходырева, И. А. Влияние роботизированного доения на продуктивность коров и качество молока / И. А. Ходырева, Н. М. Гулида // Животноводство и ветеринарная медицина : науч.-практ. журн. – 2021. - №2(41). - С. 17-21
3. Сеньков, А. Г. Математическая модель накопления молока в вымени коровы / А.Г. Сеньков, И.И. Гируцкий, А.Б. Грищенко // Системный анализ и прикладная информатика : науч.-техн.журн. – 2019. - №1. – С. 9-14