

УДК 636.2.3:637.116

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ
АДАПТИВНОЙ САУ ДОЕНИЕМ КОРОВ**

О.Б. Забродина, к.т.н., доцент, А.А. Машлякевич, аспирант
*Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО Донской
государственный аграрный университет, г.Зерноград,
Российская Федерация*

Предложены математическая и компьютерная (в среде MBTU) модели биологической составляющей адаптивной САУ доения коров. методом идентификации получены ее параметры.

Адаптивные наукоемкие автоматизированные технологии все шире применяют в животноводстве. Особенно это явление актуально в машинном доении коров.

Многолетнее использование автоматизированных доильных установок, выпускаемых отечественными и зарубежными производителями, показывает, что существенного снижения числа маститов машинного происхождения не произошло. Основной причиной является то, что более 70 % коров имеют неравномерное развитие вымени и выдаиваются с опасными передержками [1]. Следовательно, по-прежнему актуальным является создание доильных аппаратов приспособляющимся к индивидуальным особенностям не только самих животных но и каждой доли вымени в отдельности.

Для создания адаптивной САУ доением необходима достоверная модель сложного объекта управления (рис.1), включающая как детерминированную техническую составляющую (доильный аппарат), так и вероятностную составляющую (животное), на которую наряду с внешними воздействиями оказывают влияние физиологические и психофизические особенности коровы.

Имеется математическое описание [1] и компьютерная модель доильного аппарата в среде MBTU, имеется модель биологической составляющей в виде системы дифференциальных уравнений [2]. Коэффициенты этих уравнений имеют вероятностные характеристики.

Целью настоящих исследований являлось получение статистических оценок коэффициентов математической модели БОУ методом структурно-параметрической идентификации с использованием компьютерной модели БОУ в среде MBTU.

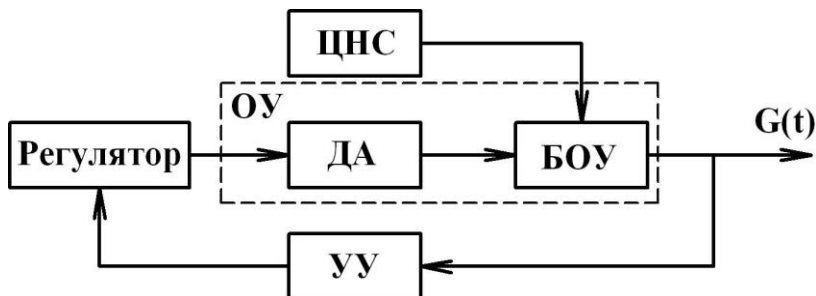


Рисунок 1 – Схема системы автоматизированного управления процессом доения

При исследовании, в качестве исходной, принята аналитическая модель [2], качественно описывающая процесс доения и биологический объект управления, с максимальным охватом причинно-следственных связей, имеющих место в процессе доения и отражающих его ход.

Полагая, что стереотип доения не нарушен, внешние отрицательные возмущающие воздействия отсутствуют, динамику процессов молокоотдачи и молоковыведения после ряда допущений и упрощений для одной доли вымени можно описать следующей системой уравнений

$$\begin{cases} T_1 \frac{dP_{Ц}}{dt} + P_{Ц} = T_2 \frac{dP_H}{dt} + k_1 P_A + k_2 P_C - k_3 P_H - k_4 S_H \\ T_3 \frac{dP_C}{dt} + P_C = T_4 \frac{dP_B}{dt} + k_5 P_B + T_5 \frac{dS_H}{dt} + k_6 S_H + T_6 \frac{dP_H}{dt} - k_7 P_H + k_8 P_{Ц} \\ G = k_9 P_C - k_{10} P_B + k_{11} S_H + k_{12} P_H \end{cases}$$

где P_C , S_H – давление и площадь воздействия со стороны технических средств соответственно; P_B – давление в подсосковом пространстве доильного стакана; T_1, T_3 – соответственно постоянная времени цистерны и соска вымени коровы; T_2, T_4, T_5 – постоянные времени процессов воздействия резины доильного стакана на сосок вымени; k_2 – сопротивление проток альвеолярной ткани доли вымени; $k_1, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, k_8$ – коэффициенты усиление отдельных звеньев системы; $k_9, k_{10}, k_{11}, k_{12}$ – коэффициенты учитывающие особенности сфинктера соска доли вымени.

Полученная с использование системы уравнений структурная схема модели, описывающей процессы в доле вымени в процессе доения, приведена на рисунке 2. Она имеет вид параллельного соединения в основном аperiodических регуляторов переменных состояния, имеет множество об-

ратных связей и отражает влияние каждой переменной на формирование молокоотдачи в БТС.

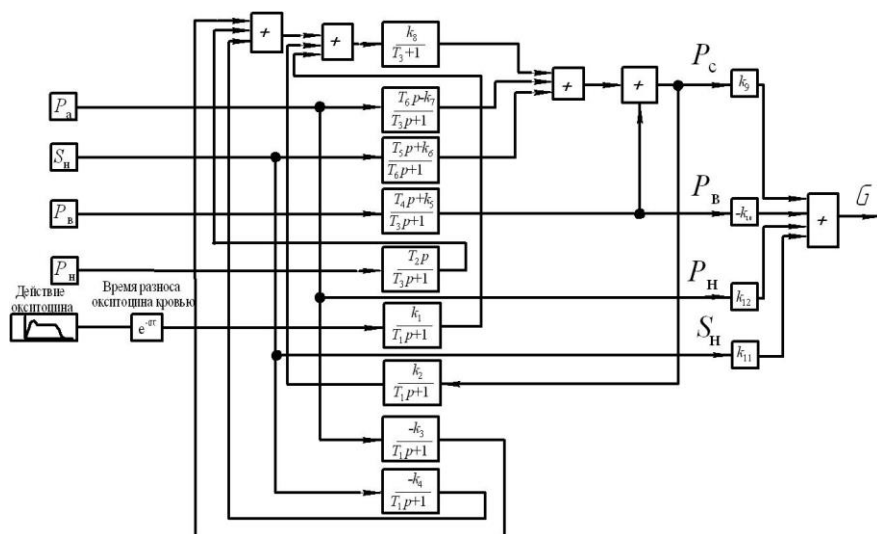


Рисунок 2 – Структурная схема модели БОУ (одной доли вымени)

В качестве входных переменных физиологических систем организма можно представить управляющие воздействия, формируемые как самим организмом животного в процессе доения (P_A), так и техническими звеньями, реализующими целевую функцию БТС (P_B , P_H , S_H).

Выходной переменной служит поток молока G , по характеристикам которого, предполагается оценивать соответствие процесса молоковыведения процессу молокоотдачи.

На основании структурной схемы разработана компьютерная модель биологической части ОУ в среде MBTU 3.5 (рисунок 3), позволяющая моделировать кривые молоковыведения и молокоотдачи в широком диапазоне.

По реальным переходным характеристикам, снятым в процессе доения для каждого соска группы животных в процессе идентификации установлены статистические оценки постоянных времени и передаточных коэффициентов модели [3]. Адекватность модели оценивалась коэффициентом детерминации, значение которого составило 0,82.

В таблице 1 приведены диапазоны варьирования постоянных времени, коэффициентов усиления, задающих и возмущающих воздействий, соответствующих блоков компьютерной модели.

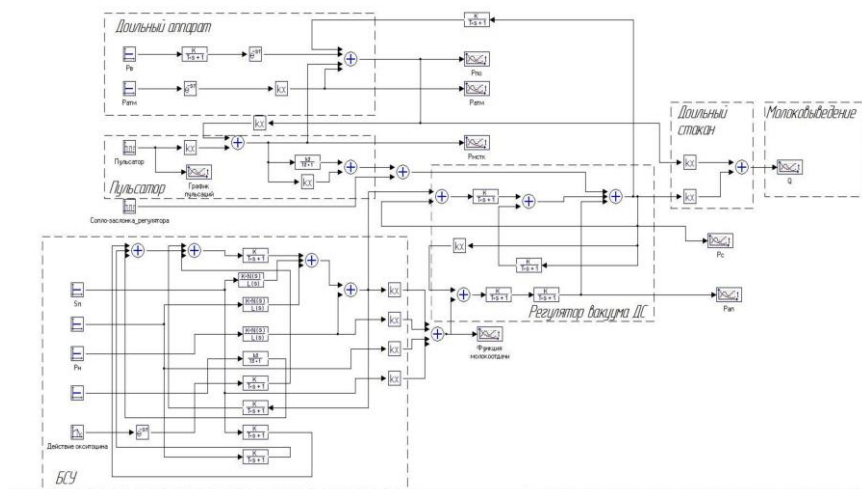


Рисунок 3 – Компьютерная модель БОУ (одной доли вымени в среде MBTU)

Полученная компьютерная модель биологической составляющей объекта управления позволит доработать полную модель адаптивной системы управления, уточнить алгоритм управления, оптимизировать параметры технической части системы, позволит сократить продолжительность лабораторных и производственных экспериментов неизбежно сопровождающих процесс создания новой техники.

Таблица 1 - Диапазоны регулирования параметров модели

Параметр	Диапазон значений	Параметр	Диапазон значений
Время моделирования, с	120...420	Количество вырабатываемого окситоцина организмом, мг	0...20
$S_n, \text{мм}^2$	0,10...0,20	k_2	4,5...8
$P_n, \text{кПа}$	45...60	k_{11}	0,1...0,9
$R_n, \text{кПа}$	48...58	k_{10}	0,1...0,7
$P_a, \text{кПа}$	103...112,8	k_3	0,9...1,1
$T_3, \text{с}$	1...6	k_4	0,8...0,99
$T_4, \text{с}$	0,25...0,95	k_5	0,1...0,9
$T_5, \text{с}$	2...6	k_{12}	0,15...0,72
$T_6, \text{с}$	0,50...1,35	k_{13}	0,1...0,95
$T_7, \text{с}$	0,5...9,5	k_{14}	4,1...6,3
$T_8, \text{с}$	0,5...12	k_{15}	1...2,5
k_d	0,05...0,35	k_{16}	0,20...0,9
Интенсивность Молокоотдачи, г/с	3,3...43	Время разноса окситоцина кровью, с	2...10

Литература

1. Забродина, О.Б. Доильный аппарат как объект управления // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2001, № 11.
2. Винников, И.К. Технологии, системы и установки для комплексной механизации и автоматизации доения коров / И. К. Винников, О. Б. Забродина, Л.П. Кормановский: под ред. Л.П. Кормановского. – зерноград, 2001. – 354 с.
3. Забродина, О.Б. Оценка переходных характеристик молоковыведения. / О.Б. Забродина, О.И. Мартыненко // Электротехнологии и электрооборудование в сельскохозяйственном производстве: сборник научных трудов АЧГАА – зерноград, 2007. – Вып.6.Т.1 С.156-159.

Abstract

They were proposed mathematical and computer simulated (programming environment of the MVTU) models of biological component of control object for adaptive automatic control system milking cows. Its parameters were received by identification method.

УДК 636.2.3:637.116

РЕГУЛЯТОР ВАКУУМА ПОД СОСКОМ ДЛЯ АДАПТИВНОЙ САУ ДОЕНИЕМ КОРОВ

А.А. Машлякевич, аспирант

*Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО Донской
государственный аграрный университет, г. зерноград,
Российская Федерация*

В данной статье рассматривается регулятор вакуума под соском для адаптивной САУ доения коров. Приведены дифференциальные уравнения, описывающие рабочий режим регулятора и его функциональная и структурная схемы.

Важным направлением совершенствования технических средств, извлекающих молоко из вымени коровы, является разработка адаптивных систем автоматизированного управления доением. Предложены способы и алгоритмы молоковыведения по долям вымени адекватного молокоотдаче [1], имеются простые, малогабаритные технические средства бесконтактного контроля интенсивности потока молока [2]. Одним из необходимых элементов такой системы является регулятор вакуума в подсосковом пространстве доильного стакана, однако исполнительные органы для регули-