

ментами / О.О. Дробахин, П.И. Заболотный, Е.Н. Привалов // Радиофизика и радиоастрономия, 2009, Т.1, № 4, – С. 433–441.

3. Патент № 2716084 РФ, МПК С11В13/00. Сверхвысокочастотная установка с коаксиально расположенными резонаторами для термообработки и стерилизации измельченного мясного сырья в непрерывном режиме. Г.В. Новикова, В.Л. Осокин, О.В. Михайлова, М.В. Белова, А.А. Тихонов, А.В. Казаков / заявитель и патентообладатель НГИЭУ (RU). – № 2019129666; заявл. 10.09.2019. Бюл. № 7 от 05.03.2020. – 13 с.

УДК: 637.112.5; 637.115

## **ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ УСТАНОВКИ ПРЕДДОИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ВЫМЕНИ КОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**М.А. Керимов<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор,**

**Д.В. Барабанов<sup>2</sup>, науч. сотр.**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО СПбГАУ,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Верхневолжский ГАУ,

г. Иваново, Российская Федерация.

<sup>1</sup>Martan-rs@yandex.ru, <sup>2</sup>Barabanov\_dmitry@mail.ru

*Аннотация:* В статье приведены основные результаты производственных испытаний системы машинного зрения роботизированной установки преддоильной подготовки вымени, которые были проведены в хозяйстве ООО «Бычок-1» Комсомольского района Ивановской области.

*Abstract:* The article presents the main results of the production tests of the machine vision system of the robotic installation of pre-milking udder preparation, which were carried out on the farm of LLC «Bychok-1» Komsomolsk district of the Ivanovo region.

*Ключевые слова:* молочное скотоводство, роботизация, преддоильная подготовка вымени, манипулятор, машинное зрение.

*Keywords:* dairy cattle breeding, robotization, udder washing and massage, manipulator, machine vision.

### **Введение**

Преддоильная подготовка вымени является одной из важнейших операций технологии машинного доения коров. Она во мно-

гом определяющая качество получаемого молока и стимулирует рефлекс молокоотдачи. При этом данная операция является наиболее трудозатратой [1, 2].

С целью снижения затрат труда при доении коров на конвейерно-кольцевых доильных установках, типа «Карусель», разрабатывается роботизированная установка преддоильной подготовки вымени, которая располагается на входе в доильный зал и в автоматическом режиме выполняет подмыв и массаж вымени коров при помощи двух роликовых щёток большого радиуса [3, 4].

Наиболее важной частью роботизированной установки преддоильной подготовки вымени коров, определяющей успешность её функционирования, является машинное зрение. В данной установке машинное зрение реализовано на базе двух 2D видеокамер, образующих стереопару [5].

### Основная часть

Производственные испытания системы машинного зрения были проведены с использованием лабораторной установки, включающей полногабаритный станок с размерами, установленными на основании ранее проведенного кинематического анализа [6]. Данная лабораторная установка была установлена в коровнике сельскохозяйственного предприятия ООО «Бычок -1» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Расположение лабораторной установки в хозяйстве:  
1 – станок; 2 – манипулятор; 3 – блок управления

Работа системы машинного зрения оценивалась по успешному определению координат рабочей области, содержащей все четыре соска вымени коровы. Для этого был изготовлен габаритный макет рабочего органа в виде кольца, который был закреплен на манипуляторе (рисунок 2). После расчёта координат рабочей области при помощи разработанного для лабораторной установки программно-

го обеспечения, выдавалась команда блоку управления на подведение манипулятора в расчётную точку. При этом, все четыре соска должны были попасть во внутреннюю область кольца.

### Заключение

Проведенные натурные испытания подтвердили справедливость теоретических расчётов и показали, что предложенная система машинного зрения на базе двух 2D видео камер может быть использована в работе, осуществляющем подмыв и массаж вымени коров перед доением. Система машинного зрения верно определяет рабочую область, что подтверждается подведением габаритного макета в расчётную точку.



Рисунок 2 – Работа с программным обеспечением:

- 1 – изображение с первой камеры; 2 – изображение со второй камеры;
- 3 – манипулятор; 4 – габаритный макет

Процент успешных подведений габаритного макета в проведенных испытаниях составил 78 %, что ниже результатов лабораторных испытаний, проведенных по аналогичной методике с макетом коровы, в которых данный показатель составил 97 %. Это связано с тем, что применению роботизированных систем для доения предшествует период приучения к ним коров, который может длиться от двух недель до двух месяцев [7]. Очевидно, что реализация такого периода приучения с использованием роботизированной установки преддоильной подготовки вымени, позволит сформировать у коров «стереотип машинного доения» и повысить процент успешного определения рабочей области.

Так же производственные испытания выявили ряд преимуществ предложенной системы машинного зрения. Камеры находятся вне области станка, что позволяет вывести их из области воздействия агрессивной среды. Это так же позволяет исключить воздей-

ствие на них животных. Съёмка вымени с двух сторон позволяет отслеживать его состояние. Кроме того, данная система машинного зрения достаточно простая для ремонта и обслуживания, а также имеет низкую стоимость. Поэтому её применение позволит создавать более простые и дешёвые, роботизированные системы для обслуживания дойного стада.

### **Список использованной литературы**

1. Реализация рефлекса молокоотдачи при доении коров на различных доильных установках / А.С. Курак, М.В. Барановский, О.А. Кажико [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2012. – Т. 47, № 1. – С. 263–270. – EDN VXDUST.

2. Гаджиев, А. М. Технологические и физиологические основы машинного доения коров / А.М. Гаджиев, В.В. Усачев, Т.А. Рахманова // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2019. – № 3(35). – С. 100–108. – EDN QIAAKU.

3. Керимов, М.А. Оптимизация технологии доения коров за счет совершенствования роботизированной установки преддоильной подготовки вымени / М.А. Керимов, Д.В. Барабанов, И.Я.Г. Нам // АгроЗооТехника. – 2023. – Т. 6, № 1. – DOI 10.15838/alt.2023.6.1.6. – EDN MATJGC.

4. Попова М.Н. Теоретические предпосылки к обоснованию проекта семейной фермы на 20 фуражных голов с цехом для переработки молока / М.Н. Попова, В.А. Ружьев, Е.Е. Бадунов // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: Сб. науч. тр. межд. науч.-практ. конф. молодых учёных и студентов (СПб.-Пушкин, 25–27 февр. 2016 г.). – СПб.: СПбГАУ, 2016. – С. 219–221. – EDN ZGLESF.

5. Керимов, М.А. Испытания системы машинного зрения роботов-дойеров в молочном скотоводстве / М.А. Керимов, Д.В. Барабанов // Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики: мат. Межд. науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава, посвященной 190-летию со дня рождения И.А. Стебута (СПб., Пушкин, 24–26 мая 2023 г.). – СПб.: СПбГАУ, 2023. – С. 139–145. – EDN ZJPWKC.

6. Кинематическое исследование манипулятора роботизированной установки преддоильной подготовки вымени / А.М. Абалихин, Н.В. Муханов, А.В. Крупин [и др.] // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2018. – № 4(25). – С. 99–108. – EDN VQCWTY.

7. Доровских, В.И. Исследование качественных показателей использования доильных роботов / В.И. Доровских, В.С. Жариков // Наука в центральной России. – 2019. – № 6(42). – С. 35–42. – DOI 10.35887/2305-2538-2019-6-35-42. – EDN KSLESI.

УДК 66.045.1

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЛАСТИНЧАТОЙ ПАСТЕРИЗАЦИОННО-ОХЛАДИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ В ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА**

**С.Ю. Шубкин, канд. техн. наук, доцент,**

**А.Л. Мелешкин, студент**

*ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»,  
г. Елец, Российская Федерация  
shubkin.92@mail.ru*

*Аннотация:* В статье приводится описание модернизации пастеризационно-охладительной установки в линии первичной обработки молока. Предлагается дополнить конструкцию установки ультразвуковым излучателем, который путем воздействия на пластины приводит к турбулизации потока молока. Вносимые технические решения позволят повысить эффективность и интенсивность процесса теплообмена между пластинами и молоком.

*Abstract:* The article describes the modernization of the pasteurization and cooling plant in the primary milk processing line. It is proposed to supplement the design of the installation with an ultrasonic emitter, which, by acting on the plates, leads to turbulence of the milk flow. The introduced technical solutions will increase the efficiency and intensity of the heat exchange process between the plates and milk.

*Ключевые слова:* пастеризационно-охладительная установка, ультразвуковой излучатель, турбулизация потока

*Keywords:* pasteurization and cooling unit, ultrasonic emitter, flow turbulence

### **Введение**

На животноводческих комплексах, в условиях молочно-товарных ферм или же крестьянско-фермерских хозяйств для проведения процессов пастеризации и последующего охлаждения молока,