

ли говорить о температуре, вредны как очень низкие показатели, так и жара, причем духоту крупный рогатый скот переносит особенно тяжело. Именно поэтому, для сохранения высокой продуктивности и биологического потенциала животных необходимо уделять особое внимание системам содержания.

Список использованной литературы

1. Дидактические материалы по гигиеническим расчетам при проектировании животноводческих объектов : учеб.-метод. пособие для студентов биотехнологического факультета по специальности 1-74 03 01 «Зоотехния» / В.А. Медведский [и др.]. – Витебск : ВГАВМ. – 2017. – 52 с.

2. Карташова А.Н. К вопросу обеспечения оптимального микроклимата животноводческих помещений / А.Н. Карташова, М.И. Закревский // Ветеринарные и зооинженерные проблемы животноводства : материалы I Международной научно-практической конференции (г. Витебск, 28–29 ноября 1996 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск. – 1996. – С. 183.

3. Медведский, В.А. Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов. Практикум : учеб. пособие / В.А. Медведский. – Минск : ИВЦ Минфина. – 2018. – 328 с.

Summary. Changes in the microclimate can seriously affect the health of animals and reduce their productivity, on average by 30%. This is especially difficult for highly productive cows and livestock. At the same time, if we talk about temperature, both very low indicators and heat are harmful, and cattle tolerate stuffiness especially hard. That is why, in order to maintain high productivity and biological potential of animals, special attention must be paid to containment systems.

УДК 637.116.2

Бакач Н.Г., кандидат технических наук, доцент;

Жилич Е.Л., заведующий лабораторией механизации процессов производства молока и говядины;

Рогальская Ю.Н., научный сотрудник;

Никончук В.В., научный сотрудник

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

СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ВЫМЕНИ КОРОВЫ ПРИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ДОЕНИЯ

Аннотация. Подробно рассмотрены системы позиционирования доильного аппарата на вымени с помощью 3D-камер, лазера и ультразвуковых датчиков.

Ключевые слова. Доильное оборудование, позиционирование, робот, вымя, лазер, ультразвуковой датчик, сосок, доильный аппарат.

Abstract. Systems for positioning the milking machine on the udder using 3D cameras, lasers and ultrasonic sensors are examined in detail.

Keywords. Milking equipment, positioning, robot, udder, laser, ultrasonic sensor, nipple, milking machine.

Доильная робототехника – это совокупность автоматических программируемых устройств, выполняющих все операции доильного цикла с высокой точностью, повторяемостью и низкой вариативностью результатов без участия человека или посредством команд оператора [1].

Роботы для автоматизированной системы доения выполняют множество функций, а именно: подготавливают вымя перед подключением доильного аппарата; находят соски и подключают к ним доильный аппарат; своевременно снимают доильный аппарат; дезинфицируют сосковую резину; подсчитывают количество шагов коровы, сделанных ею после последней дойки (выявление коров в охоте).

Из второстепенных функций – роботы подают сигналы селекционным воротам для выборки проблемных коров, измеряют удой молока, кислотность, температуру, количество соматических клеток и т.д.

Роботизированная технология доения коров имеет как существенные преимущества, так и определенные недостатки. В качестве основного недостатка можно выделить сложность при позиционировании доильного оборудования на вымени коров, ввиду чего при формировании стада приходится отбраковывать до 15 % коров, которые не соответствуют требованиям к роботизированной системе доения [2].

При проектировании и создании манипулятора доения производители выбирают из следующих способов позиционирования доильного аппарата на вымени:

- с помощью 3D-камер;
- с помощью лазера;
- с помощью ультразвуковых датчиков.

Необходимо отметить, что большинство производителей комбинируют несколько из вышеперечисленных устройств, облегчающих процесс позиционирования.

Основным и наиболее распространенным способом позиционирования доильного оборудования является использование 3D-камер, которые составляют основы технического зрения.

В таких камерах применяется технология RGBD (в переводе с английского – красный, зеленый, синий, глубина). Данная технология позволяет обрабатывать 2D-изображения RGB и данные 3D-глубины с помощью датчика глубины. Этот датчик основан на активном стереофоническом подходе,

который использует инфракрасный структурированный свет для вычисления глубины 3D из сцены. Карта глубины строится путем анализа закодированного изображения инфракрасного лазерного излучения и трансформируется в трехмерное «облако» точек. Этот датчик имеет лучшее разрешение, чем его аналоги TOF-камеры времяпролетного действия (Time of Flight) [3].

Еще одним вариантом технического зрения является использование стереопары. Стереопара – вид стереоизображения, представленный парой плоских перспективных изображений объекта, сделанных с помощью камер, которые получили из двух разных точек зрения, расположенных между собой на расстоянии, соответствующем межзрачковому расстоянию человека. Данное решение эффективно применяется в робототехнике при внедрении простых, но эффективных систем получения 3D-изображений [3].

Хотя технология RGBD является более надежной, но большинство производителей используют TOF-камеры в комплексе с другими устройствами, облегчающими процесс позиционирования.

В доильном роботе Lely – Astronaut A4, на данный момент, используется инновационная система управления манипулятором. Система состоит из 3D TOF-камеры, лазерного датчика и фотодатчика. 3D-камера установлена в верхней части робота так, что позволяет определять местоположение крестца коровы.

Алгоритмы обработки видеоизображения определяют положение крестца коровы в пространстве и фиксируют его относительно нулевой точки. Манипулятор корректирует свое местоположение относительно данных, полученных с 3D-камеры. Далее с помощью лазерного модуля, который установлен в «руке» манипулятора, определяется местоположение вымени.

Последним действием в системе наведения служит отдельное лазерное трехуровневое сканирование каждого соска. Это позволяет системе определять нахождение каждого соска в пространстве относительно нулевой точки, скорректировать положение манипулятора и прозвести одевание доильного стакана.

В доильном роботе DeLaval – VMS система технического зрения установлена непосредственно «в руке» манипулятора. 3D-камера определяет местоположение вымени и сосков относительно манипулятора. Также в доильном роботе DeLaval – VMS присутствует система определения упитанности животных, основанная на использовании этих же камер.

Доильный робот GEA Farm Technologies – MOne для определения вымени и сосков использует 3D TOF-камеру без лазерных излучателей. 3D-камера установлена в «руке» манипулятора [4].

Основными недостатками текущих систем и алгоритмов является то, что существует определенная нехватка способов получения и обработки общей перспективы изображения.

Сама компания GEA признает, что могут быть проблемы с подсоединением в следующих случаях: если у коровы есть пятый сосок (лишний

сосок); если два соска находятся близко друг к другу, при набухшем вымени, когда соски торчат вбок.

На сегодняшний день в совокупности с 3D-камерами целесообразно применение лазерных и ультразвуковых датчиков расстояния.

Использование датчиков расстояния способствует более быстрому определению расположения до сосков и их крайних точек.

Благодаря использованию данных датчиков манипулятор более точно корректирует свое местоположение, что позволяет системе определять нахождение каждого соска в пространстве относительно нулевой точки, скорректировать положение манипулятора и произвести одевание доильного стакана.

Проведенный анализ промышленных систем позиционирования доильного оборудования ведущих зарубежных фирм, используемых при роботизированной системе доения, показывает их конструктивную схожесть. Исходя из вышеизложенного, целесообразно обобщить опыт проектирования промышленных и специализированных роботов для доения коров с целью разработки и создания доильного робота отечественного производства.

Список использованной литературы

1. Кирсанов, В.В. Направления исследований в создании автоматизированных систем почетвертного доения для станочных доильных установок / В.В. Кирсанов [и др.] // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механики животноводства. – 2017. – № 4 (28). – С. 16–20.
2. Кирсанов, В.В. Концепция, модели и схемы дифференцированного управления в роботизированном манипуляторе доения / В.В. Кирсанов [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – № 22 (1) – С. 128–135.
3. Кирсанов, В.В. Сравнительный анализ и подбор систем технического зрения в молочном животноводстве / В.В. Кирсанов [и др.] // ВЕСТНИК НГИЭИ. – 2019. – №1 (92). – С. 69–79.
4. Концепция «Разумного доения» компании GEA. Иллюстрированное руководство по оптимальной технике доения коров / Н. Шуринг // Copyright 2016 by GEA Farm Technologies, Inc. – USA. – 160 с.

Summary. The analysis of industrial positioning systems of the leading foreign companies used in the robotic milking system shows their structural scheme. Based on the above, it is advisable to generalize the experience of designing industrial and specialized robots for milking cows in order to develop and create a milking robot of domestic production.

УДК 631.171:636.064.6

Комлач Д.И.¹, кандидат технических наук, доцент,
Жилич Е.Л.¹, заведующий лабораторией механизации процессов
производства молока и говядины;

Рогальская Ю.Н.¹, научный сотрудник;

Бондаренко И.И.², кандидат технических наук, доцент

¹*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь*

²*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

СУЩЕСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОМЕРОВ ТЕЛА И ЖИВОЙ МАССЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Аннотация. Рассмотрены существующие системы дистанционного определения промеров тела и живой массы сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова. Автоматизация, промеры тела, упитанность, живая масса, дистанционная система, измерение.

Abstract. Existing systems for remote determination of body measurements and live weight of agricultural animals are considered.

Keywords. Automation, body measurements, fatness, live weight, remote system, measurement.

Введение. Перспективное направление в создании ферм нового поколения – полная автоматизация производственных процессов, превращение биотехнического комплекса фермы в гибкую самоадаптирующуюся систему машин, параметры и режимы которых увязаны с продуктивностью животных. При этом, в качестве важнейших элементов производственного процесса вычлняются животные, корма, комплекс машин, кадры и условия содержания, в совокупности составляющие сложную биотехническую систему «человек-машина-животное» [1].

Практическая реализация производственных операций и специфических приемов организации и управления процессами в таком случае осуществляется по V и VI-му технологическим укладам, то есть с использованием информационно-коммуникационных технологии, элементов искусственного интеллекта и робототехники на основе микро- и радиозлектроники, биотехнологий, включая генно-инженерные и клеточные технологии.

Ферма, работающая по такому принципу, может классифицироваться как «умная».