

Из данных таблицы 2 видно, что по показателям двигательных качеств лошади верховых пород с комплексными генотипами $MSTN^{TT}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$ и $MSTN^{CC}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$ превосходят лошадей с генотипом $MSTN^{TT}COX4I2^{CC}PPARGC1A^{CC}$ на 11,3 ($P>0,95$) и 8,2 % ($P>0,95$) соответственно.

По показателям прыжковых качеств превосходят лошади, имеющие комплексный генотип $MSTN^{CT}COX4I2^{CT}PPARGC1A^{CC}$, что на 5,7 % ($P>0,95$) больше, в сравнении с лошадьми, имеющими генотип $MSTN^{TT}COX4I2^{CC}PPARGC1A^{CC}$.

Поэтому для совершенствования спортивных качеств лошадей рекомендуем проводить отбор животных с определенными аллелями генов-маркеров *MSTN* (миостатин), *COX4I2* (цитохромоксидаза) и *PPARGC1A* (1-альфа коактиватор гамма рецептора), при этом учитывать, что наиболее благоприятным для повышения прыжковых качеств являются комплексный генотип $MSTN^{CT}COX4I2^{CT}PPARGC1A^{CC}$, а для двигательных – комплексные генотипы $MSTN^{TT}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$ и $MSTN^{CC}COX4I2^{TT}PPARGC1A^{CC}$.

Список использованной литературы

1. Генетические маркеры работоспособности лошадей / Л. А. Храброва [и др.] // Коневодство и конный спорт. – 2022. – № 3. – С. 8–10.
2. Работоспособность лошадей в выездке в зависимости от различных параметров / И. Б. Науменко [и др.] // Коневодство и конный спорт. – 2021. – № 6. – С. 37–38.
3. Яковлева, С. Е. Особенности развития спортивного коневодства на базе ООО «Троицкое» Орловской области / С. Е. Яковлева, С. И. Шепелев, А. А. Анисимова // Таврический научный обозреватель. – 2016 – № 502 (10). – С. 251–254.

УДК 637.116.2

Е.Л. Жилич¹, Д.В. Бернацкая¹, А.А. Романович², В.Н. Еднач²
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск
e-mail: prc_mol@mail.ru

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

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОЕНИЯ

Ключевые слова: система позиционирования, доение, доильные роботы, доильная система, 3D-камера, лазер, ультразвуковой датчик.

Key words: positioning system, milking, milking robots, milking system, 3D camera, laser, ultrasonic sensor.

Аннотация. В статье проведен анализ систем позиционирования доильного оборудования при роботизированной технологии доения.

Summary. The article analyzes the positioning systems of milking equipment in robotic milking technology.

В республике имеется более 4000 молочно-товарных ферм и комплексов, из которых оборудованы доильными залами и роботами 1670 объектов, или 41 % к их общему наличию. На индустриальных фермах содержится почти 2/3 поголовья молочных коров и производится более 60 % от всего валового производства молока общественного сектора.

На этих фермах применяются современные ресурсосберегающие технологии содержания и кормления животных с доением в современных доильных залах или на роботизированных доильных установках с компьютерным обеспечением всех технологических процессов.

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].

Роботизированная технология доения коров имеет как существенные преимущества, так и определенные недостатки. Например, подготовительные операции перед доением при ее использовании на отдельных коровах могут достигать в среднем 2 мин 34 с, что с физиологической точки зрения является отклонением от нормы, которая равна одной минуте. Также зачастую возникают трудности с позиционированием доильного оборудования на вымени коров, поэтому при формировании стада приходится отбраковывать до 15 % коров, которые не соответствуют требованиям.

В связи с геометрической характеристикой вымени, а также технологическими решениями (механический, гидравлический или пневматический привод роботизированной руки) при проектировании и создании манипулятора доения производители выбирают следующие способы 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.

В робототехнике при использовании 3D-камер, являющихся основой технического зрения, также 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 закодированно-

го 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) [2].

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

Данные системы нуждаются в доработке алгоритмов, выполняющих надежное распознавание сосков. Основными недостатками текущих алгоритмов является то, что существует определенная нехватка способов получения и обработки общей перспективы изображения. В данных методах соски индивидуально анализируются исходя из данного анализа, алгоритмом принимается решение к дальнейшему действию.

На сегодняшний день применение лазерных датчиков для системы позиционирования доильного аппарата, как основного способа, является нецелесообразным. Данные датчики устанавливают только в комплексе с TOF-камерами и обеспечивают измерение расстояния от нулевой точки до коровы и ее отдельных органов с помощью лазерного дальномера или внутренних технологий SD, встроенных в TOF-камеры. Данные датчики нашли широкое распространение в различных системах технического зрения, установленных в роботах Lely и Delaval [3-6].

Датчики ультразвукового излучения используются для обнаружения объектов, контроля их движения и измерения расстояний до них. Работа ультразвукового датчика заключается в том, что передатчик посылает ультразвуковую волну с частотой от нескольких десятков до нескольких сотен герц, направленную к объекту позиционирования. Когда волна встречает объект, она отражается от него и возвращается, попадая в приемник. По времени, в течение которого волна преодолела путь, доильный робот определяет расстояние от объекта [4].

Большим преимуществом таких датчиков является то, что на их работу не влияют внешние условия окружающей среды. Кроме того, датчики также работают с прозрачными объектами, которые создают сильные отражения.

Уникальная способность ультразвуковых устройства, заключается в том, что у них есть функция самоочищения, которой нет ни у каких других датчиков. Это связано с тем, что при передаче ультразвуковых волн, прибор сам настраивается на вибрацию (под воздействием высокочастотных звуков) и таким образом очищается от пыли и других загрязнений.

По результатам проведенного анализа необходимо отметить, что функциональность систем роботизированного доения выглядит несколько избыточной для отечественного рынка, что влечет за собой удорожание оборудования. Поэтому, при разработке систем роботизированного доения необходимо принимать наиболее простые, универсальные решения, которые могут применяться в рамках любой конфигурации оборудования с высоким уровнем унификации (в том числе использования отдельных уз-

лов для модернизации существующих доильных установок разного типа), взаимозаменяемости, ремонтпригодности.

Список использованной литературы

1. Кирсанов В. В., Павкин Д. Ю., Подобедов П. Н., Никитин Е. А. Направления исследований в создании автоматизированных систем почетвертного доения для станочных доильных установок // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2017. – № 4 (28). – С. 16–20.
2. Кирсанов В. В., Павкин Д. Ю., Шилин Д. В., Рузин С. С., Юрочка С. С. Концепция, модели и схемы дифференцированного управления в роботизированном манипуляторе доения : Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – № 22(1) – С. 128–135. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.128-135>.
3. Кирсанов В. В., Павкин Д. Ю., Юрочка С. С., Матвеев В. Ю. Сравнительный анализ и подбор систем технического зрения в молочном животноводстве : ВЕСТНИК НГИЭИ, Учредители : Нижегородский государственный инженерно-экономический университет. 2019. – № 1(92). – С. 69–79. ISSN: 2227-9407.
4. Система роботизированного доения LeLy astronaut : innovators in agriculture [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://formagro.ucoz.ru/lely-astronaut-a3.pdf>. – Дата доступа: 26.12.2025.
5. Системы позиционирования доильного оборудования на вымени коров при роботизированной технологии доения / С. К. Карпович [и др.] // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК : сборник научных статей III Международной научно-практической конференции, Минск, 7-8 июня 2023 г. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 300–304.
6. Еднач, В. Н. Конструктивные параметры разрабатываемого доильного стакана / В. Н. Еднач, Е. Л. Жилич, Ю. Н. Рогальская // Современные проблемы и пути развития технического сервиса в АПК : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 24-25 ноября 2022 г. – Минск : БГАТУ, 2022. – С. 295–298.

УДК 636.2.084:612.11

Х.Д. Акмухаметов, аспирант,

Х.Х. Тагиров, д-р с.-х. наук, профессор

*Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Башкирский государственный
аграрный университет», г. Уфа
E-mail: khaidar_akt@mail.ru*

МОРФОБИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИЛОСА С РАЗЛИЧНЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ КОНСЕРВАНТАМИ

Ключевые слова: голштинская порода, кукурузный силос, биологические консерванты, Энзосил форте, кровь, гемоглобин, общий белок, устойчивое развитие АПК.