 © Авторы статьи / Authors of the article

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА/TECHNOLOGIES, MACHINES AND EQUIPMENT FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.9 EDN: IJEJUR

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗДОРОВЬЯ КОРОВ (ОБЗОР)

Обзор

Кузьмина Т.Н.[1, *]

[1] ORCID : 0000-0001-5789-3223;

[1] Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, Правдинский, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (tnk60[at]mail.ru)

Предложена: 30.09.2026; Принята: 06.11.2026; Опубликована: 19.11.2026

Аннотация

Технологические, физиологические и экономические преимущества во многом определяются точностью позиционирования доильных стаканов, на которую влияют разброс координат и размеров сосков вымени, возможные перемещения животного в процессе обслуживания. В доильных роботах для размещения руки манипулятора с доильными стаканами применяются системы локализации, использующие различные способы получения и обработки изображения: трёхуровневое лазерное сканирование (TDS), с использованием 3D-камер ToF (Time-of-Flight), ультразвуковые и оптические датчики, фототехнологии. Данные технологии имеют как достоинства, так и недостатки.

Для минимизации последних производители используют гибридный подход, суть которого состоит в дополнении одной технологии другой. Так, для достижения максимальной точности производители часто дополняют оптические датчики ультразвуковыми, лазерными сканерами и ToF-камерами, а ToF-камеры комбинируют с RGBD-камерами (для повышения разрешения и точности), лазерными сканерами (для точечного сканирования), ультразвуковыми датчиками (для работы в сложных условиях), системами ИИ (для улучшения алгоритмов распознавания). Благодаря этому удается повысить точность и степень разрешения получаемого изображения при определении положения сосков вымени коровы.

Проведенный анализ показал, что использование гибридного подхода в технологиях локализации руки манипулятора доильного робота не решает проблему соответствия продолжительности подготовительных операций доения нормативному значению (не более 60 секунд). В этой связи возникает необходимость дополнительного изучения вопроса влияния технологий локализации руки манипулятора на продолжительность подготовительных операций доения. Дальнейшее совершенствование технологий локализации руки манипулятора доильного робота должно идти в направлении не только гибридизации подходов, повышающих точность, степень разрешения, но и разработки более совершенного алгоритма управления, сокращающего продолжительность предварительных операций.

Ключевые слова: активность, руминация, мониторинг, здоровье коров, датчик, шагомер, акселерометр, интеллектуальные технологии.

SMART SYSTEMS FOR MONITORING THE HEALTH OF COWS (AN OVERVIEW)

Review article

Kuzmina T.N.[1, *]

[1] ORCID : 0000-0001-5789-3223;

[1] Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex, Pravdinsky, Russian Federation

* Corresponding author (tnk60[at]mail.ru)

Suggested: 30.09.2026; Accepted: 06.11.2026; Published: 19.11.2026

Abstract

Technological, physiological and economic benefits are largely determined by the accuracy of teat cup positioning, which is influenced by variations in the coordinates and dimensions of the udder teats, as well as any movements the animal may make during the milking process. In milking robots, localisation systems utilising various methods of image acquisition and processing are used to position the manipulator arm with the teat cups: Three-Dimensional Laser Scanning (TDS), using 3D Time-of-Flight (ToF) cameras, ultrasonic and optical sensors, and photographic technologies. These technologies have both pros and cons.

To minimise these issues, manufacturers use a hybrid approach, the essence of which is to complement one technology with another. Thus, to achieve maximum accuracy, manufacturers often supplement optical sensors with ultrasonic sensors, laser scanners and ToF cameras, and combine ToF cameras with RGBD cameras (to improve resolution and accuracy), laser scanners (for point scanning), ultrasonic sensors (for operation in challenging conditions), and AI systems (to improve recognition algorithms). This makes it possible to improve the accuracy and resolution of the resulting image when determining the position of a cow’s teats.

 © Авторы статьи / Authors of the article

The analysis carried out has shown that the use of a hybrid approach in technologies for positioning the milking robot's manipulator arm does not resolve the issue of ensuring that the duration of milking preparation operations complies with the standard (no more than 60 seconds). In this regard, there is a need for further study into the impact of manipulator arm localisation technologies on the duration of milking preparation operations. Further improvements to the technologies for localising the milking robot's manipulator arm should focus not only on the hybridisation of approaches that enhance accuracy and resolution, but also on the development of a more sophisticated control algorithm that reduces the duration of preparatory operations.

Keywords: activity, rumination, monitoring, cow health, sensor, pedometer, accelerometer, smart technologies.

Введение

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 21.01.2020 г. № 20 [1], одним из индикаторов оценки продовольственной безопасности является объем производства молока и молокопродуктов (в пересчете на молоко). Он должен составлять не менее 90% от объема внутреннего потребления. В 2024 г. по оценке Минсельхоза России уровень самообеспечения молоком и молокопродуктами достиг 85%, что на 5 п.п. ниже показателя, предусмотренного Доктриной [2]. Объем производства молока в 2025г. составил 34,21 млн.т, что на 0,5% превышает показатель 2024г. — 34,03 млн.т. В 2024 г. молочная продукция по объему продаж уступала только алкоголю, что подчеркивает ее значимость для российского потребительского рынка, и указывает на особое значение подотрасли молочного скотоводства в структуре АПК [3], [4].

Ряд факторов экономического, технологического и биологического характера способствовали отрицательной динамике численности поголовья сельскохозяйственных животных в молочном и мясном скотоводстве [5]. Производство молока в промышленных масштабах потребовало изменения условий содержания животных, что повлекло изменение условий работы для персонала фермы: на современных автоматизированных фермах за большим количеством скота присматривает лишь небольшая группа людей, что сводит прямое взаимодействие с животными к минимуму. В этих условиях всё большую озабоченность вызывают не только вопросы экологической нагрузки, но и благополучия животных, от которой зависит статус здоровья коров и, как следствие, качество молока. В связи с этим возникает острая необходимость в постоянном контроле состояния здоровья животных.

Цель исследований — анализ систем мониторинга здоровья коров, применяемых на российских молочно-товарных фермах, на основе которого сформулировать предложения для повышения конкурентоспособности отечественного оборудования данного типа и ускорения развития робототехники для доения коров.

При проведении исследований использовались методы информационного анализа и синтеза, информационно-аналитического мониторинга. Отбор и систематизация источников научно-технической информации (НТИ) (научной литературы, интернет-источников и др. проводили в научных электронных библиотеках (eLIBRARY.RU, Google Scholar, Web of Science, Scopus)), по ключевым словам: активность, руминация, мониторинг, здоровье коров, датчик, шагомер, акселерометр, интеллектуальные технологии. Работа выполнялась в два этапа. На первом этапе анализа НТИ просматривали заголовки и аннотации статей, на втором — анализ полнотекстовых версий источников и их реферирование. В результате аналитического поиска было отобрано 22 отечественных и зарубежных источника, которые были включены в библиографический список.

Результаты исследования

Мониторинг здоровья коров осуществляется по прямым (активность, руминация и др., табл.) и косвенным (качество молока, продуктивность и др.) признакам.

Таблица 1 - Параметры здоровья, определяемые при роботизированном доении коров

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.9.1

Параметр	Норма	Отклонение	Возможная причина
Активность	Зависит от породы и стадии лактации	Снижение	Болезнь, стресс, хромота
Время руминации	6–10 часов/сутки	Снижение на 30% и более	Ацидоз, кетоз, проблемы с пищеварением
Признаки охоты	1 раз в 18–24 дня	Отсутствие или нерегулярность	Гормональные нарушения, кисты яичников
Частота доений	2–3 раза/сутки	Резкое снижение	Боль, воспаление вымени, стресс
Надой	Индивидуально (зависит от лактации)	Снижение на 10–15%	Мастит, ацидоз, плохое кормление

Создание систем включало в себя несколько этапов. На первом определялись параметры, по которым определялись отклонения. На втором производится интерпретация данных, суть которой состоит в преобразовании

 © Авторы статьи / Authors of the article

изменений в показаниях датчиков (например, повышение активности) в информацию о состоянии животного (например, наступление охоты). На третьем этапе показания датчиков дополняются другой информацией (например, экономическими показателями) для выработки рекомендаций (например, стоит ли проводить осеменение коровы) и в заключении (четвертый этап) — принятие решения в автоматическом режиме либо сотрудником фермы [6], [7].

Современные системы мониторинга основаны на применении датчиков, которые измеряют физиологический или поведенческий показатель (связанный со здоровьем или проявлением охоты) конкретной коровы и позволяют в автоматическом режиме, непосредственно в хозяйстве, выявлять изменения этого показателя, указывающие на проблему со здоровьем (например, заболевание) и требующие вмешательства (например, проведения лечения).

Датчик является элементом первого этапа в работе такой системы. На втором этапе данные с датчиков используются в алгоритмах, позволяющих получить информацию о состоянии здоровья отдельных коров. На этом этапе данные, полученные с датчиков, можно объединять с другой информацией — например, с историей конкретного животного.

Современные датчики, адаптированные к физиологическому состоянию каждого отдельного животного, позволяют прогнозировать начало болезни, тем самым значительно снижая риск заражения всего стада [8]. Например, датчики Allflex (ошейники-метки) измеряют температуру тела, оценивают активность и состояние каждой коровы, собирают и анализируют статистику по всему стаду.

Существующие подходы к сбору данных с помощью датчиков реализуются посредством неинвазивных и инвазивных методов.

Для первого метода характерным является использование стационарных и мобильных датчиков.

Стационарные датчики размещаются в коровнике в таких точках, через которые животные регулярно проходят, что при сложившемся у коров распорядке дня позволяет отслеживать изменение показателей во времени. Примером таких датчиков являются устройства для измерения температуры вымени или морды животного, анализа состава выдыхаемого воздуха, а также камеры видеонаблюдения [9]. Достоверность показаний последних ограничена «оптическими» условиями в коровнике: при сходстве окраса животных с цветом фона их обнаружение затруднено.

В целом, к преимуществу стационарных датчиков можно отнести использование одного или несколько устройств. К недостаткам — более длительные временные интервалы при получении информации о поведенческих особенностях, а также значительные временные промежутки между наблюдениями (подобно ситуации, когда за животными наблюдает работник фермы), что не позволяет оперативно реагировать на изменения в их состоянии.

Мобильные датчики закрепляются на шее или ноге каждого животного. К числу таковых относятся акселерометры, шагомеры, датчики вибрации, термометры (для измерения температуры под кожей), датчики влажности (на уровне кожного покрова) и т. д.

Первые модели шагомеров применялись для выявления признаков охоты (эструса) и обеспечивали достаточно высокую точность. Дальнейшее их совершенствование шло в направлении отслеживания нескольких параметров (активность, время в положении лежа и температуру) для определения периодов охоты, для чего шагомеры оснащались встроенными часами реального времени и функцией настройки интервала измерений [10].

Современные системы для определения различных состояний активности коров стали использоваться недорогие GPS-датчики, не требующие создания специальной инфраструктуры и прикрепляемые к ошейникам животных. Сочетание шагомеров и акселерометров позволило существенно повысить за счет интеграции сигналов.

Использование акселерометров на основе технологии МЭМС (микроэлектромеханических систем) расценивается как наиболее перспективное решение для получения достоверных данных при мониторинге активности. Невысокая стоимость таких датчиков дополняется такими достоинствами как возможность высокой частоты сбора данных, низким энергопотреблением и возможностью непрерывного наблюдения за животными. Использование МЭМС-технологий позволило существенно повысить надежность собираемых данных (до 90%) [11]. Еще более высоких показателей можно достичь за счет применения нескольких датчиков, расположенных в разных точках (например, для того чтобы различать движения головы и тела). К недостаткам относятся сложность доступа к данным с датчиков и повышенный риск повреждения их корпусов (вследствие движений животных в коровнике). Использование современных инженерных решений позволяют справиться с этими проблемами.

Инвазивные методы реализуются посредством устройств, проглатываемых животным или имплантируемых в его организм. С их помощью измеряется температура тела, электропроводность [12], а также уровень pH содержимого рубца [13], [14].

Преимущество таких датчиков заключается в получении достоверных результатов измерений, на которые не влияют внешние условия, а также в возможности непрерывного наблюдения за коровами. Сравнение с мобильными внешними датчиками при мониторинге активности показало их незначительное дополнительное преимущество. К недостаткам относятся сложности с повторным использованием датчиков, ограниченный срок их эксплуатации и необходимость размещения внутри организма животного.

По мнению ряда исследователей [15], для оценки состояния здоровья крупного рогатого скота необходимы три основных датчика — температурный датчик, акселерометр и микрофон. Дальнейшая разработка системы с использованием этих трех типов датчиков позволит создать неинвазивное носимое устройство нового поколения для мониторинга здоровья животных. Такое устройство будет собирать соответствующие данные (например, показатели активности или изменения в движениях головы и шеи) и использовать их для прогнозирования или выявления отклонений в здоровье животного.

У разных производителей доильных роботов набор учитываемых признаков, позволяющих своевременно выявлять заболевания, метаболические нарушения и изменения в физиологическом состоянии животных, отличается. Так, в доильных роботах Lely Astronaut каждые два часа мониторинг здоровья коров ведет система Lely Qwes, которая отслеживает: активность коровы, время пережёвывания (руминации), наличие охоты (период половой активности),

 © Авторы статьи / Authors of the article

молочную продуктивность и статус лактации, историю доений и показатели качества молока. В системе GEA DairyPlan C 21 с помощью датчика CowScout определяется наступление охоты и контролируется физиологическое состояние животных, автоматически выявляя отклонения от нормы по параметрам активности, потребления корма, времени отдыха, электропроводности, цвета, температуре, состава молока (жир, белок), уровня молокоотдачи, равномерности выдаивания долей вымени. В доильных роботах DeLaval используется система DeLaval RePro™, с помощью которой реализуется технология, которая превращает систему доения в инструмент управления воспроизводством стада. Она позволяет автоматически определять охоту, стельность коров и сбои в циклах воспроизводства во время доения. Технология интегрируется с системой управления стадом DeLaval DelPro™ и использует анализ уровня прогестерона в пробах молока. В роботах компании Boumatic Robotics B.V. система RealTime Activity отслеживает в непрерывном режиме активность коровы, время жевания (руминации), время лёжки и хождения, система StepMetrix выявляет хромоту, в том числе субклинические случаи. В роботах компании Fullwood мониторинг здоровья осуществляется как по определению показателей качества молока с помощью системы FullQuest и анализатора CrystaLab, так и по поведенческим показателям с помощью датчика активности. Отечественный робот «Волшебник» обеспечивает комплексный мониторинг здоровья животных за счёт комбинации датчиков анализа молока и ПО для управления стадом. Это позволяет фермерам оперативно реагировать на проблемы, снижать затраты на ветеринарию и повышать общую продуктивность стада [16], [17], [18], [19].

Ранняя диагностика заболеваний в сочетании с добровольным доением по потребности способствует повышению надоев на 10–20%, увеличению жирности и содержания белка в молоке на 0,1–0,3%, снижению соматических клеток на 20–30% и выбраковки коров с 30 до 15% [20], [21], [22].

Заключение

1. Большинство перечисленных систем ориентированы на интеграцию данных из разных источников (анализ молока, поведенческих показателей, данных о кормлении и доении), раннее выявление патологий (мастита, кетоза, ацидоза, хромоты, репродуктивных нарушений), автоматическое оповещение об отклонениях (системы отправляют уведомления при обнаружении отклонений, что позволяет оперативно реагировать), интеграцию с системами управления стадом (данные о здоровье используются для оптимизации кормления, планирования осеменений и других управленческих решений). Современные решения также активно используют алгоритмы машинного обучения для повышения точности диагностики и прогнозирования рисков заболеваний.

2. Создание и совершенствование отечественных интеллектуальных систем мониторинга здоровья коров должно быть направлено на расширение функциональных параметров контроля, использование принципов машинного обучения и интеграции с системами управления, применяемыми в условиях «умной» фермы.

3. Работы по созданию современных систем мониторинга здоровья коров должны подкрепляться мерами государственной поддержки как для производства, так и разработки отечественного роботизированного оборудования для доения коров.

Финансирование

Статья подготовлена в рамках выполнения НИР по Государственному заданию Минсельхоза России № 082-00120-26-00 от 23.01.2026 (тема 1.2-26).

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

This article was prepared as part of a research project conducted under the State Assignment from the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, No. 082-00120-26-00, dated January 23, 2026 (topic 1.2-26).

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» // Гарант.ру. — 2020. — URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/?ysclid=mioekb7een524131777. (дата обращения: 09.10.26)

2. Доктрина продовольственной безопасности Российской федерации. — Москва : ФГБНУ "Росинформагротех", 2020. — 26 с.

3. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2025 году государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». — Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2026. — 112с.

4. Анализ молочного рынка России: прогнозы производства, потребления и цен на 2025-2028 годы. — 2025. — URL: https://delprof.ru/press-center/open-analytics/analiz-molochnogo-rynka-rossii-prognozy-proizvodstva-potrebleniya-i-cen-na-2025-2028-gody/?ysclid=miofbjty8c756168360 (дата обращения: 09.10.26)

5. Артеменко Д.Д. Актуальные вызовы и перспективы развития животноводства в России / Д.Д. Артеменко, А.П. Буевич // Продовольственная политика и безопасность. — 2025. — Т. 12, № 2. — С. 495–510.

6. Rutten C.J. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms / C.J. Rutten, A.G.J Velthuis, W. Steeneveld et al. // J. Dairy Sci. — 2010. — Vol. 93, № 6. — P. 2559–2568.

 © Авторы статьи / Authors of the article

7. Steeneveld W. Discriminating between true-positive and falsepositive clinical mastitis alerts from automatic milking systems / W. Steeneveld, L.C. van der Gaag, W. Ouweltjes et al. // J. Dairy Sci.. — 2010. — Vol. 93, № 6. — P. 2559–2568.

8. Егоров М.Ю. Система мониторинга параметров двигательной активности крупного рогатого скота на пастбищах / М.Ю. Егоров, С.В. Соловьёв, О.А. Герасимова и др. // Техника и технологии в животноводстве. — 2020. — № 4(40). — С. 33–38.

9. Poursaberi A. Real-time automatic lameness detection based on back posture extraction in dairy cattle: Shape analysis of cow with image processing techniques / A. Poursaberi, C. Bahr, A. Pluk et al. // Comput. Electron. Agric. — 2010. — Vol. 74, № 1. — P. 110–119.

10. Brehme U. ALT pedometer. New sensor-aided measurement system for improvement in oestrus detection / U. Brehme, U. Stollberg, R. Holz et al. // Comput. Electron. Agric. — 2008. — Vol. 62, № 1. — P. 73–80.

11. Marchioro G.F. Sows' activity classification device using acceleration data. A resource constrained approach / G.F. Marchioro, C. Cornou, A.R. Kristensen et al. // Comput. Electron. Agric. — 2011. — Vol. 77, № 1. — P. 110–117.

12. Futagawa M. A Real-Time Monitoring System Using a Multimodal Sensor with an Electrical Conductivity Sensor and a Temperature Sensor for Cow Health Control / M. Futagawa, T. Iwasaki, M. Ishida et al. // J. Appl. Phys. — 2010. — Vol. 49, № 4. — P. 04DL12.

13. Mottram T. Technical note: A wireless telemetric method of monitoring clinical acidosis in dairy cows / T. Mottram, J. Lowe, M. McGowan et al. // Comput. Electron. Agric. — 2008. — Vol. 64, № 1. — P. 45–48.

14. Cha E. The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming / E. Cha, J. a Hertl, D. Bar et al. // Prev. Vet. Med. — 2010. — Vol. 97, № 1. — P. 1–8.

15. Helwatkar A. Sensor Technology for Animal Health Monitoring. In Proceedings of the 8th International Conference on Sensing Technology / A. Helwatkar, D. Riordan, J. Walsh // Proceedings of the 8th International Conference on Sensing Technology (ICST 2014); edited by Newe Thomas. — Liverpool, Uk : Liverpool John Moores University, 2014.

16. Как искусственный интеллект преображает молочное животноводство. — 2023. — URL: https://mkg-nn.ru/index.php/upravlenie-stadom/2-uncategorised/361-kak-iskusstvennyj-intellekt-preobrazhaet-molochnoe-zhivotnovodstvo? (дата обращения: 19.10.26)

17. Программа управления стадом DeLaval DelPro ™ Farm Manager // Технологии будущего для вашей фермы. — 2026. — URL: https://avimilk.by/programma-upravleniya-stadom-delaval-delpro-farm-manager/ 2026 (дата обращения: 19.10.26)

18. Пигина С.Ю. Роботизация и цифровизация процессов в молочном скотоводстве — факторы улучшения качества молока и предотвращения мастита / С.Ю. Пигина, С.В. Лаптев, С.М. Хомочкина // Техника и технологии в животноводстве. — 2024. — Т. 14, № 4. — С. 43–49.

19. Кузьмина Т.Н. Совершенствование доильного оборудования для доения коров Совершенствование доильного оборудования для доения коров / Т.Н. Кузьмина, С.А. Масловский, И.Н. Ким и др. // Техника и технологии в животноводстве. — 2024. — Т. 14, № 4. — С. 10–14.

20. GEA CowScout. Датчик // ООО «Агроресурс»Оборудование для животноводства. — 2026. — URL: https://ag-res.ru/gea/datchik-cowscout-dlya-opredeleniya-ohoty-i-monitoringa-zdorovya/#top. (дата обращения: 15.05.26)

21. GEA CowScout // TEUS Territory of Success. — 2026. — URL: https://teus.su/catalog/monitoring-i-upravlenie-stadom/gea-cowscout/ (accessed: 20.10.26).

22. РОБОТ-ДОЯР® DELAVAL VMS™ V310. Системный подход. — URL: https://agroline.kz/img/pdf/f/2/1645097210527713691/Робот-дояр%20VMS.pdf (дата обращения: 14.05.26).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ukaz Prezidenta RF ot 21 yanvarya 2020 g. № 20 «Ob utverzhdenii Doktriny' prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii» [Decree of the President of the Russian Federation dated January 21, 2020, No. 20 "On Approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation"] // Garant.ru. — 2020. — URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/?ysclid=mioekb7een524131777. (accessed: 09.10.26) [in Russian]

2. Doktrina prodovolstvennoi bezopasnosti Rossiiskoi federatsii [Food Security Doctrine of the Russian Federation]. — Moscow : FGBNU "Rosinformagrotekh", 2020. — 26 p. [in Russian]

3. Nacional'nyj doklad «O hode i rezul'tatah realizacii v 2025 godu gosudarstvennoj programmy razvitija sel'skogo hozjajstva i regulirovanija rynkov sel'skohozjajstvennoj produkcii, syr'ja i prodovol'stvija» [National Report "On the Progress and Results of the Implementation of the State Program for the Development of Agriculture and the Regulation of Markets for Agricultural Products, Raw Materials, and Food in 2025"]. — Moscow : Rosinformagrotech, 2026. — 112 p. [in Russian]

4. Analiz molochnogo rinka Rossii: prognozi proizvodstva, potrebleniya i tsen na 2025-2028 godi [Analysis of the Russian Dairy Market: Forecasts for Production, Consumption, and Prices for 2025–2028]. — 2025. — URL: https://delprof.ru/press-center/open-analytics/analiz-molochnogo-rynka-rossii-prognozy-proizvodstva-potrebleniya-i-cen-na-2025-2028-gody/?ysclid=miofbjty8c756168360 (accessed: 09.10.26) [in Russian]

5. Artemenko D.D. Aktualnie vizovi i perspektivi razvitiya zhivotnovodstva v Rossii [Current Challenges and Prospects for the Development of Livestock Farming in Russia] / D.D. Artemenko, A.P. Buevich // Prodovolstvennaya politika i bezopasnost [Food Policy and Security]. — 2025. — Vol. 12, № 2. — P. 495–510. [in Russian]

6. Rutten C.J. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms / C.J. Rutten, A.G.J Velthuis, W. Steeneveld et al. // J. Dairy Sci. — 2010. — Vol. 93, № 6. — P. 2559–2568.

7. Steeneveld W. Discriminating between true-positive and falsepositive clinical mastitis alerts from automatic milking systems / W. Steeneveld, L.C. van der Gaag, W. Ouweltjes et al. // J. Dairy Sci.. — 2010. — Vol. 93, № 6. — P. 2559–2568.

 © Авторы статьи / Authors of the article

8. Yegorov M.Yu. Sistema monitoringa parametrov dvigatelnoi aktivnosti krupnogo rogatogo skota na pastbishchakh [System for monitoring physical activity parameters of cattle on pastures] / M.Yu. Yegorov, S.V. Solovyov, O.A. Gerasimova et al. // Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve [Machinery and Technologies in Animal Husbandry]. — 2020. — № 4(40). — P. 33–38. [in Russian]

9. Poursaberi A. Real-time automatic lameness detection based on back posture extraction in dairy cattle: Shape analysis of cow with image processing techniques / A. Poursaberi, C. Bahr, A. Pluk et al. // Comput. Electron. Agric. — 2010. — Vol. 74, № 1. — P. 110–119.

10. Brehme U. ALT pedometer. New sensor-aided measurement system for improvement in oestrus detection / U. Brehme, U. Stollberg, R. Holz et al. // Comput. Electron. Agric. — 2008. — Vol. 62, № 1. — P. 73–80.

11. Marchioro G.F. Sows' activity classification device using acceleration data. A resource constrained approach / G.F. Marchioro, C. Cornou, A.R. Kristensen et al. // Comput. Electron. Agric. — 2011. — Vol. 77, № 1. — P. 110–117.

12. Futagawa M. A Real-Time Monitoring System Using a Multimodal Sensor with an Electrical Conductivity Sensor and a Temperature Sensor for Cow Health Control / M. Futagawa, T. Iwasaki, M. Ishida et al. // J. Appl. Phys. — 2010. — Vol. 49, № 4. — P. 04DL12.

13. Mottram T. Technical note: A wireless telemetric method of monitoring clinical acidosis in dairy cows / T. Mottram, J. Lowe, M. McGowan et al. // Comput. Electron. Agric. — 2008. — Vol. 64, № 1. — P. 45–48.

14. Cha E. The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming / E. Cha, J. a Hertl, D. Bar et al. // Prev. Vet. Med. — 2010. — Vol. 97, № 1. — P. 1–8.

15. Helwatkar A. Sensor Technology for Animal Health Monitoring. In Proceedings of the 8th International Conference on Sensing Technology / A. Helwatkar, D. Riordan, J. Walsh // Proceedings of the 8th International Conference on Sensing Technology (ICST 2014); edited by Newe Thomas. — Liverpool, Uk : Liverpool John Moores University, 2014.

16. Kak iskusstvennii intellekt preobrazhaet molochnoe zhivotnovodstvo [How artificial intelligence is transforming dairy farming]. — 2023. — URL: https://mkg-nn.ru/index.php/upravlenie-stadom/2-uncategorised/361-kak-iskusstvennyj-intellekt-preobrazhaet-molochnoe-zhivotnovodstvo? (accessed: 19.10.26) [in Russian]

17. Programma upravleniya stadom DeLaval DelPro ™ Farm Manager [DeLaval DelPro™ Farm Manager herd management program] // Tekhnologii budushchego dlya vashey fermy [Future technologies for your farm]. — 2026. — URL: https://avimilk.by/programma-upravleniya-stadom-delaval-delpro-farm-manager/ (accessed: 19.10.26). [in Russian]

18. Pigina S.Yu. Robotizatsiya i tsifrovizatsiya protsessov v molochnom skotovodstve — faktori uluchsheniya kachestva moloka i predotvrashcheniya mastita [Robotization and digitalization of processes in dairy farming as factors for improving milk quality and preventing mastitis] / S.Yu. Pigina, S.V. Laptev, S.M. Khomochkina // Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve [Machinery and Technologies in Animal Husbandry]. — 2024. — Vol. 14, № 4. — P. 43–49. [in Russian]

19. Kuzmina T.N. Sovershenstvovanie doilnogo oborudovaniya dlya doeniya korov Sovershenstvovanie doilnogo oborudovaniya dlya doeniya korov [Improving milking equipment for cows] / T.N. Kuzmina, S.A. Maslovskii, I.N. Kim et al. // Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve [Machinery and Technologies in Animal Husbandry]. — 2024. — Vol. 14, № 4. — P. 10–14. [in Russian]

20. GEA CowScout. Datchik [GEA CowScout. Sensor] // Agroresurs LLCEquipment for livestock farming. — 2026. — URL: https://ag-res.ru/gea/datchik-cowscout-dlya-opredeleniya-ohoty-i-monitoringa-zdorovya/#top. (accessed: 15.05.26) [in Russian]

21. GEA CowScout // TEUS Territory of Success. — 2026. — URL: https://teus.su/catalog/monitoring-i-upravlenie-stadom/gea-cowscout/ (accessed: 20.10.26).

22. ROBOT-DOYAR® DELAVAL VMS™ V310. Sistemnyy podkhod [A systematic approach]. — URL: https://agroline.kz/img/pdf/f/2/1645097210527713691/Robot-doyar%20VMS.pdf (accessed: 14.05.26). [in Russian]