

УДК: 004.896:[637.1+631.22]

М.В. Маргоева, О.В. Чепуштанова

Уральский государственный аграрный университет

(г. Екатеринбург)

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА МОЛОЧНЫХ ФЕРМАХ

Данная статья посвящена анализу современных технологий искусственного интеллекта ряда стран, применяемых на молочных фермах. Существующие на сегодняшний день технологии искусственного интеллекта на животноводческих фермах можно поделить на 2 группы: спроектированные за рубежом (от компаний «Vodafone», «Delaval», «Cainthus») и на территории России (от компании «Мустанг. Технологии кормления»). К основным функциональным возможностям искусственного интеллекта на молочной ферме относят: мониторинг, контроль стада, отчеты, прогноз, ежедневный учет показателей обеспечивает данными себестоимости продукции и рентабельности производства. Наиболее рентабельным в условиях России будет использование искусственного интеллекта от компаний «Мустанг. Технологии кормления» и «DeLaval», зарекомендовавшие себя по комплексу параметров. Рентабельность продукции с молочных ферм, использующих искусственный интеллект на российском рынке, составляет более 40 %. Таким образом, технологии искусственного интеллекта на молочных фермах поможет вывести производство молока в России на новый уровень.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, крупный рогатый скот, молочная продуктивность, доильная установка, датчик отслеживания, роботизация.*

Мария Владимировна Маргоева – студент Уральского государственного аграрного университета. 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42. E-mail: mari.margoyeva@mail.ru.

Ольга Викторовна Чепуштанова – кандидат биологических наук, доцент кафедры зооинженерии Уральского государственного аграрного университета. 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42. E-mail: chepushtanova-ov@list.ru.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES ON DAIRY FARMS

This article is devoted to the analysis of modern artificial intelligence technologies of a number of countries used on dairy farms. The currently existing artificial intelligence technologies on livestock farms can be divided into 2 groups: those programmed abroad (from Vodafone, Delaval, Cainthus) and in Russia (from Mustang. Feeding technologies"). The main functional capabilities of artificial intelligence on a dairy farm include: monitoring, herd control, reports, forecast, daily accounting of indicators provides data on the cost of production and profitability of production. The most cost-effective in the conditions of Russia will be the use of artificial intelligence from the companies "Mustang. Feeding technologies" and "DeLaval", proven with a set of parameters. The profitability of products from dairy farms using artificial intelligence in the Russian market is more than 40%. Thus, artificial intelligence technologies on dairy farms will help bring milk production in Russia to a new level.

Keywords: *artificial intelligence, cattle, dairy productivity, milking machine, tracking sensor, robotics.*

Maria Vladimiriivna Margoyeva – postgraduate student, Ural State Agrarian University. 620075, Russian Federation, Yekaterinburg, 42, Karla Liebknecht str. E-mail: mari.margoyeva@mail.ru.

Olga Viktoronva Chepushtanova- candidate of biological sciences, associate professor of departments zooengineering, Ural State Agrarian University. 620075, Russian Federation, Yekaterinburg, 42, Karla Liebknecht str. E-mail: chepushtanova-ov@list.ru.

Для цитирования

Маргоева М.В., Чепуштанова О.В. Технологии искусственного интеллекта на молочных фермах// Аграрное образование и наука.2023. № 1. С. 9.

По прогнозам IFCN «Dairy Outlook» рыночные возможности для молочной промышленности по всему миру возрастут на 35 % к 2030 году [Mc.Cullough, 2019:12]. Это, в свою очередь, провоцирует ужесточение требований к гарантированному качеству молока и благополучию животных, а также становится отправной точкой к применению инновационных технологий на фермах по содержанию крупного рогатого скота и получению цельного сырого молока.

Использование робототехники в животноводстве приводит к необходимости контроля и оперативного анализа представленных данных для своевременного принятия решения в пользу эффективности производства [Карпухин, Хомякова 2022]. С увеличением объемов производства, поток информации увеличивается, и использование роботов с искусственным интеллектом во всех технологических процессах получения цельного молока [Неменушая, Болотина 2021: 43; [Казарова, Косинова, 2021] становится актуальным и приобретает практический интерес.

Цель работы – изучить существующие программы искусственного интеллекта, созданные для молочных ферм, их функциональные возможности как зарубежных, так и отечественных производителей.

Применение искусственного интеллекта наряду с «большими данными», «Интернете вещей» и нейронных сетей позволяет объединять данные и управлять стадом современных молочных ферм («умных ферм») [Цой, Баишева 2019:192; Schonfeld 2018:313; Nayyar, Puri 2016:673; Pedersen, Lind 2017:978; Britt, Cushman, Dechow et al. 2018:3722].

По данным Минсельхоза Российской Федерации средняя продолжительность продуктивного долголетия коров в стране составляет 2-3 года, при которой коэффициент воспроизводства составляет менее 1, т.е. не обеспечивается воспроизводство стада. Исследованиями доказано, что с ростом продуктивности сопровождается снижение плодотворного периода¹ [Цой, Баишева 2019:192; Титова 2016:68; Тихомиров, Скоркин, Аксенова и др. 2016:64]. Вместе с тем практика, многочисленные исследования показали, что пастьба животных увеличивает продуктивное долголетие в 2-2,5 раза [Рубина 2017:122]. В последние годы практическая реализация этого мероприятия столкнулась с трудно разрешимой социальной проблемой – нехваткой пастухов. В связи с этим большой интерес представляет роботизация процесса пастьбы скота [Цой, Баишева 2019:192]. На это и ориентировались сотрудники компании «Vodafone» при разработке искусственного интеллекта для молочных ферм с круглогодичным пастбищным содержанием скота на благоприятных территориях с субтропическим и тропическим климатом и забором молока на специализированных перевозных установках².

Куда большее распространение получили цифровые технологии, именуемые компанией «DeLaval». Внедрение искусственного интеллекта в процессы выращивания крупного рогатого скота и получения молока фирмой состоялось еще в 2008 году, посредством создания платформы «Навигатор стада». В Российскую Федерацию данная разработка поступила только в 2013

¹ Министерство сельского хозяйства Российской Федерации / mcs.gov.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mcs.gov.ru/>

² Передовые фермерские технологии. Животноводство нового поколения // YouTube [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=NRpi_MucPIs.

году производителя [«Навигатор стада» – инновационный продукт в области управления фермой], и за все прошедшие годы принесла немало пользы нашим соотечественникам.

Программа «Навигатор стада» от компании «DeLaval» – это инструмент принятия решений, способный самостоятельно проводить исследование и делать выводы по общему состоянию коров, их заболеваемости, выискивать в стаде животных с отклонениями в том или ином параметре. Свою основную деятельность «Навигатор стада» осуществляет во время самого важного производственного процесса на ферме – дойки коров, посредством экспресс-анализа проб молока от каждого молокоприемника, а также технологии бесконтактного аппаратно-программного комплекса видеоцифровой идентификации заболеваний вымени и суставов у коров [Цой, Баишева 2019:192; Arago 2022:157]. Визуализация последней технологии представлена на рисунке 1.

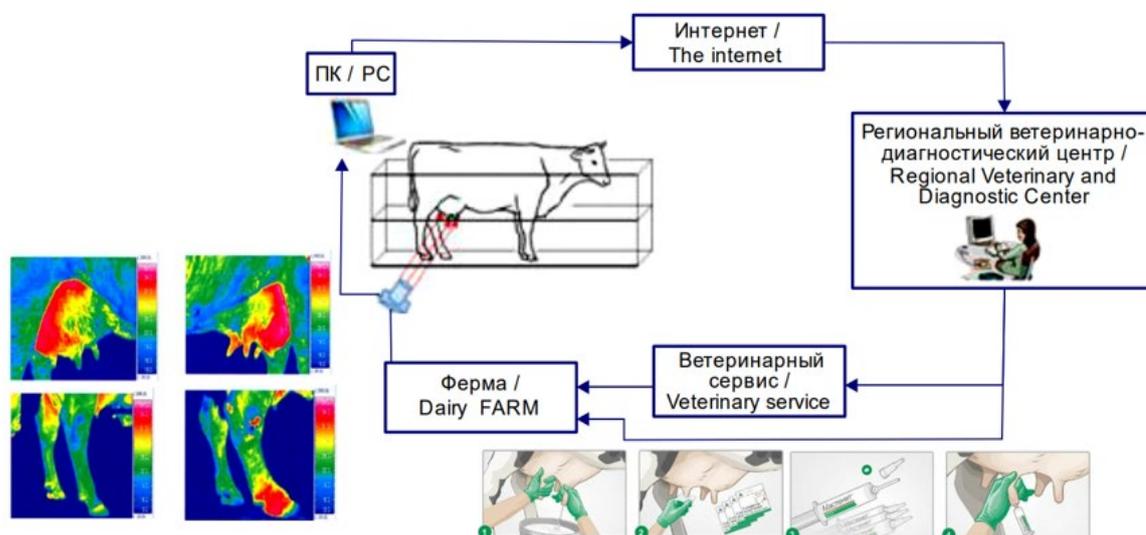


Рисунок 1 - Технология бесконтактного аппаратно-программного комплекса видеоцифровой идентификации заболеваний вымени и суставов у коров [Цой, Баишева 2019:192; Arago 2022:157]

Искусственный интеллект также способен решать очень стратегически важную задачу на производстве – повышать точность и качество искусственного осеменения стада. Благодаря измерению уровня прогестерона в молоке, возможно точное выявление половой охоты у коров, особенно если она скрытая и никак не проявляется этологией животного, что способствует своевременному осеменению, а также позволяет обнаружить и ликвидировать на ранних стадиях фолликулярную кисту. Выявление высокого или низкого уровня гонадотропина может служить достоверным подтверждением стельности или наоборот абортирования коровы на ранних этапах развития эмбриона. А возможность анализировать показатели мочевины, LDH и ВНВ в молоке, гарантирует его высокое качество.

Данная инновационная технология способна одновременно работать с 8 роботами-доярами или 2-мя доильными залами «Параллель 2x16» или «Елочка 2x16» того же производителя [«Навигатор стада» – инновационный продукт в области управления фермой].

Опыт учебно-опытного хозяйства КубГАУ «Краснодарское», на котором активно использовалась программа «Навигатор стада» [Пудченко, Сычева, Тузов, 2021:541], продемонстрировал, увеличение удоев до 13000 кг, с содержанием жира и белка 3,8 и 3,35%, бактериальная обсемененность находится на уровне менее $1,0 \cdot 10^5$ КОЕ/см³, соматических клеток - не более 130 тысяч [Пудченко, Сычева, Тузов, 2021:542]. Качество и точность осеменений возросла на 1,3 % по сравнению с другими годами. За месяц из 113 осемененных коров и телок 78 оказались стельными и благополучно отелились. В среднем на ферме на 1 плодотворное осеменение тратится 1,8 дозы семенной пайеты, исходя из этого индекс осеменения составил всего 1,4 [Пудченко, Сычева, Тузов, 2021:542]. Учитывая все сказанное ранее и среднюю продуктивность на фуражную корову, можно сделать вывод, что за 1 животное в год можно получить около 20 тыс. рублей чистой прибыли. Это свидетельствует о

практичности применения искусственного интеллекта для контроля и мониторинга всех технологических процессов на молочной ферме.

Мало кто знает, что на сегодня Индия является одним из самых быстрорастущих рынков молочных продуктов. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, в 2018 году Индия производила около 22% мирового производства молока, став крупнейшей страной-производителем молока в мире [Dautova 2022]. Стране оказывалось содействие со стороны ирландской компании «Cainthus», которая совместно с Microsoft начала внедрение на фермы по содержанию крупного рогатого скота платформы искусственного интеллекта «Moo-ID», посредством которой и была улучшена молочная промышленность в штатах Индии.

Данный стартап, помогает индийским молочным фермерам решать проблему идентификации крупного рогатого скота, благодаря распознаванию «лиц» животных. Более того, эта технология позволяет бороться с болезнями коров, которые имеют негативные последствия для уровня и качества продукции³.

На базе искусственного интеллекта и компьютерного зрения платформа «Moo-ID» с точностью до 95% способна распознать конкретную особь. Делает она это на основании фотографий отдельных животных с разных ракурсов. Идентификация коров происходит за счет считывания индивидуального номера животного с ушной бирки или ошейника, а также вычисления индивидуальных черт морды, экстерьерных особенностях головы, расположению пятен на ней [Dautova 2022]. Данная операция представлена на рисунке 2. Одновременно с этим технология собирает информацию об особенностях поведения скота, данные о ходьбе, изменении температуры и признаках появления беспокойности и стресса у коров, отсутствии аппетита, поедаемости корма и

³ Стартап «MooFarm: приложение для молочных хозяйств» // NEWS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/223714876>.

качестве руминации в течении суток⁴. Что способствует более своевременному выявлению болезней у скота.



Рисунок 2 – Идентификация коров при помощи платформы «Moo-ID»
[Dautova 2022]

Искусственный интеллект от компании «Cainthus» самостоятельно оценивает температуру тела животных, возможный тепловой стресс, соотносит ее с показателями от метеорологической станции и затем решает в какое время и на сколько минут включить вентиляторы со смешанным потоком или открыть автоматизированные ворота к тенивым навесам либо к дождевой установке с распылением воды с помощью спринклерных систем, чтобы повысить отдачу тепла организмом. Если коровы или зебу по-прежнему испытывают тепловой стресс, их отправят повторно в дождевальную установку, а затем сразу же на дойку, дабы избежать мастита.

⁴ Стартап «MooFarm: приложение для молочных хозяйств» // NEWS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/223714876>.

В 2020 году была спрограммирована модификация возможностей искусственного интеллекта в рамках данного стартапа, способная определять субклинический мастит у коров. Чтобы диагностировать болезнь, работнику необходимо сфотографировать вымя животного и загрузить эти фотографии на платформу в своем смартфоне. Искусственный интеллект самостоятельно отследит изменение отметин или обесцвечивание долей вымени, проанализирует возможные причины и сообщит фермеру о наличии отклонений [Dautova 2022].

Всю информацию о крупном рогатом скоте программа собирает в специальное облачное хранилище, предоставляя все данные в виде удобных диаграмм и списков, которые можно просмотреть в приложении «MooFarm» с любого гаджета в необходимое фермеру время для мониторинга здоровья коров и в последствии перспективы повышения их надоев. Данные обновляется в режиме реального времени.

Также платформа предоставляет информацию о биологическом цикле скота, помогает найти поставщиков корма и персонал, предоставляет возможность связаться со специалистами в режиме реального времени, и кроме того, урегулировать вопросы страхования животных. Благодаря искусственному интеллекту и Интернету вещей, удобно связываться с покупателями племенного скота и продукции скотоводства, заниматься учетов всей прибыли и убытков от производства и реализации цельного молока⁵.

Так, искусственный интеллект в рамках платформы «MooFarm» позволил индийском скотозаводчикам снизить экономические потери и себестоимость молока, а самое главное упростить человеческий труд в непростых условиях Индии.

⁵ Стартап «MooFarm: приложение для молочных хозяйств» // NEWS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/223714876>.

В 2018 году отечественный производитель и поставщик кормов и кормовых добавок «Мустанг Технологии кормления» вместе с компанией «Алан-ИТ» разработали систему искусственного интеллекта для молочных ферм [Система искусственного интеллекта для молочных ферм: 2019:48]. на базе Microsoft [Майоров 2020:87].

Система искусственного интеллекта позволяет следить за всеми процессами, которые напрямую влияют на производительность молока: доением, воспроизводством, заболеваниями и выбытием коров, кормлением животных, продуктивностью стада, работой персонала [Система искусственного интеллекта 2019:48].

Информация собирается и передается с установленных на ферме датчиков, видеокамер, доильных установок, роботов-дояров, автоматических систем кормораздачи и других инновационных технологий.

Искусственный интеллект подает сигналы «SOS» на главный экран системы, если происходит задержка дойки, непредвиденные неисправности, нарушения зоогигиены содержания животных и при недостаточном для своего продуктивного потенциала, количестве потребленной воды и кормосмеси за определенный период времени конкретной группы коров [Сурай, Кудинова, Уварова и др. 2021:184].

Система искусственного интеллекта контролирует весь процесс кормления на ферме: определяет, во сколько обошелся рацион для каждой коровы, следит за рецептурой и временем подачи кормосмеси. Температурные датчики показывают, сколько энергии требуется каждому животному и как необходимо скорректировать рацион в зависимости от потребностей поголовья. Такой подход сводит к минимуму риск человеческой ошибки и помогает разумно расходовать кормовые и финансовые ресурсы [Radun, Dokić, Gantner 2021:869].

«...В системе Искусственного интеллекта от «Мустанга» есть ряд уникальных опций, которым нет аналогов ни в одной другой технологии:

возможность создавать виртуальную копию предприятия и в ней прогнозировать будущие надои и объемы производства молока на 2 лактации вперед, а также выявлять неочевидные причины снижения надоев, которые ранее мог определить только эксперт. Эти функции позволяют сэкономить время и деньги собственника предприятия, а также исключить риск ошибки при принятии решения. Точность всех приводимых прогнозов составляет 97% [Система искусственного интеллекта для молочных ферм 2019:48]».

Помимо производственного процесса, данная технология позволяет контролировать продолжительность работы сотрудников предприятия и ее эффективность. Это обеспечивает возможность руководителю следить за работой операторов машинного доения, оценить работу ветеринаров, осеменаторов и другого персонала. На основании отчетов директор может составить плановые показатели фермы и проверить, выполняются ли они. Также «умная» ферма способна помочь при составлении планов по закупкам, формировать отчеты по затратам, контролировать движения стада [Кострова 2015:3].

При внедрении данной разработки информация по ферме стекается и хранится в 1 безопасном месте в удобном формате для любого современного гаджета, с которого ее можно считать. Опыт использования данной отечественной разработки показал, что при ее внедрении увеличивается удой молока в среднем на 9% [Система искусственного интеллекта для молочных ферм 2019:48].

Разработка и внедрение искусственного интеллекта для молочных ферм в АПК кардинально изменит регулирование отрасли, поскольку сделает доступным проведение аналитики и управления отраслью на основе качественного планирования и прогнозирования рисков [Федотова 2019:223]. По данным Истринина Ю. В., Карпени А. М., Таркановского И. Н., Истрининой Ж. А. на 2021 год рентабельность продукции с «умных» молочных ферм на российском рынке составляла более 40 % [Истринин, Карпеня, Таркановский,

Истрианина 2021]. В свете развития инновационных технологий в животноводстве функции искусственного интеллекта могут быть воспроизведены через VR-очки.

Следует отметить, что платформа «Moo-ID», применяемая в Индии, также была бы рентабельна в нашей стране, поскольку распознавание индивидуальных черт морды и экстерьерных особенностей головы животных было бы очень кстати в племенной работе отечественных селекционеров и фермеров. Так как внедрение такой технологии могло бы упростить поиск животных с определенными особенностями, например, при подборе пар родителей для дальнейшей случки и получения потомства, характеризующегося конкретными внешними признаками.

Искусственный интеллект от компании «Vodafone» не подходит для применения в нашей стране, так как его основные технологии созданы для обслуживания стада непосредственно на пастбищах в течение всего периода эксплуатации животных. Учитывая господствующий практически на всей территории государства резко континентальный климат, данная «умная» молочная ферма применима только при продуктивном разведении бизонов на крайнем севере. К минусам также можно отнести затраты труда при системе лагерного доения в переносные доильные ведра.

Несмотря на очевидные плюсы внедрения искусственного интеллекта в структуру молочного скотоводства в ближайшее время его полномасштабное применение затруднено. К таковым факторам относятся:

- покупка дорогостоящих технологий и оборудования, а также затраты на индивидуальный подход к установке всех составляющих «умной» молочной фермы, которые корректируются под определенное животноводческое хозяйство;
- нехватка IT-специалистов в области животноводства специалистов в сфере IT и огромная конкуренция в их найме с такими передовыми компаниями как «Яндекс», «Сбертех» и другими;

- отсутствие устойчивого подключения предприятия к Интернету вещей, на котором базируется работа данных инновационных технологий. В соответствии с зоогигиеническими требованиями скотоводческие комплексы удалены от вышек и друг друга на достаточно большое расстояние, что отрицательно влияет на качество связи на предприятии. Поэтому почти всегда приходится начинать с прокладки линий связи. Это могут быть беспроводные каналы WiMax, либо выделенные оптоволоконные каналы, также применимы радиомосты и оптические сегменты, специально разработанные под каждую территорию [Белая 2022:15].

Но не смотря на все преграды, искусственный интеллект поможет вывести производство молока в России на новый уровень. Прекращать его внедрение только из-за отсутствия кадров или других трудностей – глупо. Современный цифровой мир не позволит отставать в этом вопросе сельскому хозяйству.

Список литературы

Arago N. Smart dairy cattle farming and In-heat detection through the Internet of things (IoT) // International Journal of Integrated Engineering. 2022. Т. 14. №. 1. P. 157-172.

Britt J.H., Cushman R.A., Dechow C.D., Dobson H., Humblot P., Hutjens M.F. Invited review: Learning from the future – A vision for dairy farm and cows in 2067 // Journal of dairy Science. 2018. № 101(5). P. 3722 - 3741.

Dautova I. Artificial Intelligence: an example of the dairy industry in India // Eurasian research institute e-bulletin. Analysis. 2022. № 362.

Mc. Cullough C. Global dairy outlook by 2030: Industry. The Dairy Mail. 2019. № 26. P. 12–15.

Nayyar Anand, Puri Vikram. Smart farming: IoTbased smart sensors agriculture stick for like temperature and moisture monitoring using Arduino, cloud computing and solar technology. 2016. №1. P. 673-680.

Pedersen S.M., Lind K.M. Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives, Progress in Precision Agriculture. 2017. P. 978-985.

Radun V., Dokić D., Gantner V. Implementing artificial intelligence as a part of precision dairy farming for enabling sustainable dairy farming // EA. All rights reserved. 2021. №4. P. 869-880.

Schonfeld V. Big Data on a Farm - Smart Farming. 2018. № 10. P. 313-319.

Белая А. Конец ручного управления. Какие цифровые технологии внедряются на животноводческих предприятиях // Агроинвестор. 2020. № 3. С. 15-23.

Истранин Ю.В., Карпеня А.М., Таркановский, И.Н., Истранина Ж.А. Цифровые технологии в животноводстве. Скотоводство. Курс лекций.: учеб.-метод. пособие для студентов II ступени получения высшего образования по специальности 1-74 80 03 «Зоотехния». СПб: Витебск: ВГАВМ, 2021. 64 с.

Казарова А.Я., Косинова Е.А. Проблемы развития отраслей АПК: учебное пособие. Ставрополь :СтГАУ. 2021. 80 с.

Карпунин М. Ю., Хомякова М. А. Перспективы цифровизации сельского хозяйства до 2030 года: правовой аспект // Цифровые технологии и право. Сборник научных трудов I Международной научно-практической конференции. В 6-ти томах. Казань, 2022. С. 422-427.

Кострова Ю.Б. Использование искусственного интеллекта в молочном производстве // Центр социальных агроинноваций Саратовского ГАУ. 2015. № 28. С. 3-6.

Майоров А.А. Цифровые технологии в молочной промышленности // Экономические науки. 2020. №. 184. С. 87-94.

«Навигатор стада» – инновационный продукт в области управления фермой // FarmAnimals. 2014. №1 (5). С. 10-11.

Неменуцкая Л.А., Болотина М.Н. Инновации для производства молока // Техника и технологии в животноводстве. 2021. №. 3 (43). С. 43-47.

Пудченко А. Р., Сарычева А. Д., Тузов И. Н. Использование программы «DeLaval» в молочном скотоводстве УОХ «Краснодарское» // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. В 3-х частях, Краснодар, 10–30 марта 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. Том Часть 1. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. С. 541-543.

Рубина М.В. Эффективность получения молока при разных системах содержания коров // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2017. № 5. С. 122-128.

Система искусственного интеллекта для молочных ферм // Аграрная наука. 2019. №. 11-12. С. 48.

Сурай Н.М., Кудинова, М.Г., Уварова, Е.В., Жидких, Е.И. Анализ развития цифровых технологий в «умных» фермах // Инновации и инвестиции. 2021. №. 10. С. 184-188.

Титова С.В. Продолжительность продуктивного использования и пожизненная продуктивность голштинизированного черно-пестрого скота // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 54. С. 68-72.

Тихомиров И.А., Скоркин В.К., Аксенова В.П., Андрюхина О.Л. Продуктивное долголетие коров и анализ причин их выбытия // Вестник ВНИИМЖ. 2016. № 21. С. 64-72.

Федотова Г. В. Искусственный интеллект как прорывная технология развития российского АПК // Общество, экономика и право: Вызовы современности и тенденции развития. 2019. С. 223-229.

Цой Ю. А., Баишева Р. А. Технологические аспекты создания «Умной» молочной фермы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. № 2. С 192-199.

Рецензент: Рогозинникова И.В. (Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург)