

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный аграрный университет -
Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева»**

Центральная научная библиотека имени Н. И. Железнова



Цифровые фермы

Библиографический указатель литературы

Москва 2023

УДК 016:631.22:631.23:631.171:004.8

ББК 40.71+40.8+32.97

Ц 75

Составитель: Наталья Анатольевна Фролова

Ответственный за выпуск: Петр Алексеевич Берберов

Ц 75 Цифровые фермы : библиографический указатель литературы / Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева, Центральная научная библиотека имени Н. И. Железнова ; составитель Н. А. Фролова; ответственный за выпуск П. А. Берберов – Москва : РГАУ-МСХА, 2023. – 36 с. – Текст: электронный.

В библиографическом указателе представлены публикации с 2018 по 2023 годы на актуальную тему «умные (цифровые) фермы» в агропромышленных комплексах России и зарубежных стран, также отражена деятельность семейных ферм, неразрывно связанных с применением цифровых технологий.

Список литературы состоит из материалов в электронном виде (полнотекстовых) со ссылками на ресурсы Электронно-библиотечной системы РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева (elib.timacad.ru), ЭБС Лань (e.lanbook.com), Научной электронной библиотеки (elibrary.ru). Некоторым публикациям присвоен Digital Object Identifier (DOI), то есть электронный идентификатор объекта, который представляет собой мировой стандарт отображения данных об объекте, находящемся в Интернете.

Библиография предназначена для студентов, аспирантов, преподавателей и научных работников РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева.

© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2023

© Центральная научная библиотека имени Н. И. Железнова, 2023

Содержание

I. Умные (цифровые) фермы в животноводческих комплексах.....	4
II. Цифровые фермы в растениеводстве.....	29
III. Семейные фермы и цифровые технологии.....	34

I. Умные (цифровые) фермы в животноводческих комплексах

1. Аванесян, Д. Н. **Элементы цифровизации молочно-товарных ферм** / Д. Н. Аванесян // Аграрная наука-2022: материалы Всероссийской конференции молодых исследователей. – 2022. – С. 4-8. – Текст : электронный - URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/sban-2022-003> (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье выполнена систематизация элементов цифровизации отечественного молочного скотоводства и обоснованы ожидаемые производственно-экономические результаты их освоения при производстве молока. Выявлены факторы, в первую очередь сдерживающие эти процессы.

2. **Анализ развития цифровых технологий в «умных» фермах** / Н. М. Сурай, М. Г. Кудинова, Е. В. Уварова, Е. И. Жидких. – Текст: электронный // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 10. – С. 184-188. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47174980> (дата обращения: 02.10.2023).

В статье представлен анализ развития цифровых технологий в «умных» фермах. Основопологающим трендом развития молочной отрасли является цифровизация, которая расширяет возможности увеличения объемов производства молока и молочной продукции, а также обеспечивать доходность отрасли за счет индивидуального подхода к животным различного возраста, вида, состояния его здоровья, объема и вида потребляемого корма, окружающей температуры, продуктивности. Цифровизация молочной фермы позволит обеспечить переход от управления доением к управлению рентабельностью. Реализация программы по цифровизации животноводства будет являться связующим звеном в построении «Цифровой экономики Российской Федерации» и

предусматривает переход российского агропромышленного комплекса к высокотехнологичному производству и сокращению зависимости от импорта, а также выход российских компаний на перспективные мировые рынки.

3. Ахметов, Д. М. **Цифровые технологии на модельных молочно-товарных фермах** / Д. М. Ахметов, К. Г. Маткеримова, С. С. Турлыбаева. – Текст: электронный // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы IV Международной научно-практической конференции – Алматы, 2020. – С. 521-524. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42867368> (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Приведены результаты внедрения цифровых технологий в молочном скотоводстве. Проанализированы результаты использования болюсов системы «Smactec», электронные ушные бирки системы RFID. Система SCR Heatime® Pro позволяет избежать работы вслепую и непоследовательности действий при оценке воспроизводства, здоровья и рациона питания стада, помогает принимать своевременные меры для обеспечения раскрытия генетического потенциала молочной продуктивности каждой коровы.

4. Воротников, И. Л. **Организационно-экономические проблемы цифровизации мясо-молочного скотоводства и механизм их решения** / И. Л. Воротников, М. Ю. Руднев, А. П. Шмелев. – Текст : электронный // RUSSIAN ECONOMIC BULLETIN. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 75-81. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=52694470> (дата обращения: 20.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье представлены цифровые системы управления производством продукции скотоводства. Приведены задачи реализации цифровых систем идентификации и датчиков физиологического состояния сельскохозяйственных животных. Сформулировано понятие цифровизации в мясо-молочном скотоводстве. Освещены основные направления цифровизации в данной отрасли. Рассмотрена роботизированная система как составная часть проекта «Умная ферма». Представлены перспективы внедрения цифровых технологий в животноводстве. Рассмотрены составные части программы импортозамещения цифровых технологий в России.

Обоснована экономическая эффективность пилотного проекта строительства роботизированной фермы по производству молока, по выращиванию мясного скота с использованием цифровых технологий.

5. Воротникова, М. А. **Внедрение умной фермы и перспективы ее развития в сельском хозяйстве** / М. А. Воротникова, Н. В. Польшакова. – Текст : электронный // Инновационные подходы образовательной деятельности в условиях цифровой трансформации отраслей АПК. – Орел : Орловский ГАУ, 2022. – С. 109-114. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48658152> (дата обращения: 08.11.2023).

Развитие цифровой трансформации – важный фактор для возможностей расширения сельского хозяйства. Умная ферма станет одним из направлений, где умные технологии будут играть главную роль в достижении высоких показателей производительности и эффективности в сельском хозяйстве.

6. Второй, В. Ф. **Метод диагностики доильных установок с использованием цифровых технологий** / В. Ф. Второй, С. В. Второй // Таврический вестник аграрной науки. – 2020. – № 4. – С. 20-28. – ISSN 2542-0720. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/313564> (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Цель исследований – разработка методов диагностики доильных установок с использованием цифровых технологий, позволяющего в реальном времени выявлять нарушения режимов в работе доильных установок, их агрегатов и узлов в процессе эксплуатации. Объектом исследований являются машинные технологии доения коров и закономерности эффективного функционирования технических средств их обеспечения. Разработан метод контроля технического состояния процесса доения с использованием коэффициента стабильности вакуума – К. Проведены исследования в условиях действующей молочно-товарной фермы на 200 коров с использованием двухканального переносного электронного устройства для записи параметров процесса доения.

7. Вторый, В. Ф. **Цифровые технологии в управлении микроклиматом коровника** / В. Ф. Вторый, С. В. Вторый, Р. М. Ильин // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2018. – № 4 (97). – С. 83-92. – ISSN 0131-5226. – DOI: 10.24411/0131-5226-2018-10092. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/310206> (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье представлены принципиальные схемы двух интеллектуальных систем управления. Первая – это система управления микроклиматом отдельного животноводческого помещения или небольшой фермы, на базе электронного регистратора «Параграф PL2». Вторая – это интеллектуальная система управления микроклиматом животноводческого комплекса на базе программируемых контроллеров обладает более широкими возможностями управления микроклиматом помещений, расположенных на значительном расстоянии друг от друга и от центрального компьютера.

8. Гоибов, Д. Э. **Цифровые технологии на животноводческих фермах** / Д. Э. Гоибов, Д. Е. Федоров. – Текст : электронный // Агропромышленному комплексу – новые идеи и решения : материалы XXII Внутривузовской научно-практической конференции. – Кемерово : Кузбасская ГСХА, 2023. – С. 284-287. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54312280> (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Работа посвящена вопросу использования цифровых технологий в животноводстве. Рассмотрены программные средства и их возможности в животноводстве, технические средства идентификации животных, приведено описание работы доильных роботов. Представлено описание систем мониторинга животных с помощью беспилотных летательных аппаратов.

9. Голубев, А. Ф. **Цифровые технологии в агропромышленном комплексе** / А. Ф. Голубев, О. А. Кислый, М. А. Исаева. Текст : электронный // Цифровая трансформация социальных и экономических систем : материалы Международной научно-практической конференции. – Москва : Московский

университет им. С. Ю. Витте, 2023. – С. 68-75. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50271679> (дата обращения: 03.11.2023).

В процессе цифровизации адаптивное управление в агропромышленном комплексе позволяет создавать сложные автоматизированные производственные и логистические цепочки, включающие розничные сети, оптовиков, логистику, сельхозпроизводителей и их поставщиков. «Сцена метаморфоз» «цифры» подразумевает быструю цифровизацию производства сельского хозяйства и интеграцию в соответствии с концепцией цифровой экономики. Цифровизация молочного животноводства в России считается составной частью замысла Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Цифровое сельское хозяйство», подсоединяющего модуль «Агрорешения» и его проекты «Умная ферма» и «Умное стадо», которые с помощью цифровых технологий и платформ решений обеспечат технологическое развитие агропромышленного комплекса отечества и удвоят производительность труда в «цифровом сельском хозяйстве» к 2024 году.

10. Гордеев, В. В. **Алгоритм управления процессом поения в коровниках** / В. В. Гордеев, С. В. Второй, С. В. Собоная. – Текст : электронный // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2018. – № 4 (97). – С. 227-234. – DOI: 10.24411/0131-5226-2018-10110. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/310206> (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Современная ферма крупного рогатого скота - это высокотехнологичное производство, и внедрение цифровых технологий для технологического контроля и учета водопотребления скажется в значительной степени на снижении расхода кормов и энергоресурсов, а так же окажет благоприятное воздействие на окружающую среду. Первым этапом создания средств контроля и учета водопотребления является разработка общего алгоритма управления процессом поения КРС. При этом должна быть учтена специфика систем поения и средств механизации водоснабжения, которая зависит от типоразмера производственных зданий и технологических решений, а также проведен анализ научно-технической литературы, патентных решений, материалов конференций и выставок по системам водопоеания и конструкциям существующих поилок и определены

проблемные участки. Алгоритм был разработан с использованием принципа декомпозиции. Он представляет сложную систему, состоящую из множества алгоритмов, связанных между собой информационными потоками через общую базу данных. Алгоритм является основой для разработки программы управления. Автоматизация системы управления процессом поения позволит вести контроль и учет расхода воды, потребляемой животными, проводить диагностику технологических процессов, своевременно принимать решения для поддержания параметров и режимов работы на оптимальном уровне посредством управления исполнительными системами, что позволит увеличить продуктивность коров на 10-15% и уменьшить расход кормов на 3-5%.

11. Губанова, Е. А. **Применение искусственного интеллекта в сельском хозяйстве Российской Федерации** / Е. А. Губанова. – Текст: электронный // Студенческая наука – взгляд в будущее : материалы XVII Всероссийской студенческой научной конференции. – Красноярск : Красноярский ГАУ, 2022. – С. 13-17. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49717986> (дата обращения: 03.11.2023) – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье представлен анализ развития цифровых технологий в сельском хозяйстве Российской Федерации. Цифровизация молочной «умной» фермы позволит обеспечить переход от управления процессом доения к управлению рентабельностью. Реализация программы по цифровизации животноводства будет являться связующим звеном в построении «Цифровой экономики Российской Федерации» и в обеспечении перехода российского агропромышленного комплекса к высокотехнологичному производству, сокращению зависимости от импорта и выход российских компаний на мировые рынки.

12. Десятов, О. А. **Использование цифровых технологий учебного комплекса «умная ферма» в процессе обучения студентов направления зоотехния** / О. А. Десятов, Ю. В. Семенова. – Текст : электронный // Инновационные технологии в высшем образовании : материалы Национальной научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава. – Ульяновск : Ульяновский ГАУ, 2022. – С. 37-

40. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48054618> (дата обращения: 20.10.2023).

Изучение цифровых технологий в условиях учебного комплекса «Умная ферма» Ульяновского ГАУ в рамках преподаваемых дисциплин у студентов направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния» позволит будущим зоотехникам быть конкурентоспособнее и увереннее выполнять производственные задачи.

13. Емельянович, И. **«Цифра» для повышения качества стада** / И. Емельянович. – Текст : электронный // Наука и инновации. – 2023. – № 5 (243). – С. 5-9. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54272675> (дата обращения: 20.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье представлен обзор цифровых технологий для «умной фермы», сулящих значительные эффекты и выгоды от их применения.

14. Ефремова, А. А. **Проект «умная (цифровая) ферма»: сущность, основные элементы и значение для развития отрасли животноводства** / А. А. Ефремова. – Текст : электронный // Научные труды студентов Ижевской ГСХА : сборник статей. Т. 1 (16). – Ижевск : Удмуртский ГАУ, 2023. – С. 1087-1090. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54184901> (дата обращения: 20.10.2023).

В соответствии с отечественным и международным опытом были сделаны выводы, что внедрение цифровых технологий является одним из важных факторов, обеспечивающих рост производительности труда, ресурсосбережения, устойчивость производства продукции животноводства, снижение её потерь в процессе производства, транспортировки, хранения и реализации.

15. Иванов, Ю. А. **Цифровая молочная ферма на 400 коров** / Ю. А. Иванов, В. К. Скоркин, Д. К. Ларкин. – Текст: электронный // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 1. – С. 86-87. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37528327>. (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

16. Измайлов, А. Ю. **Технологические основы алгоритмизации и цифрового управления процессами молочных ферм** : монография // А. Ю. Измайлов, Ю. А. Цой, В. В. Кирсанов. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 208 с. – ISBN: 978-5-16-015894-5. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41454637> (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В монографии обобщены результаты исследований авторов по изучению статистических характеристик потоков молока, их импульсной модуляции на доильных установках, рассмотрены алгоритмы функциональной диагностики оборудования, хронометража технологических операций, режимы движения молоковоздушной смеси, корректирующие алгоритмы функционирования датчиков-счетчиков потока молока и другие вопросы. Представляет большой научный и практический интерес и будет полезна научным работникам, аспирантам, студентам сельскохозяйственных вузов, инженерам-конструкторам и специалистам, занимающимся созданием и эксплуатацией автоматизированного доильного и молочного оборудования.

17. Казакевич, П. П. **Технологическая концепция «умной» молочной фермы** : монография / П. П. Казакевич, В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка. – Текст : электронный. – Жодино : РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2021. – 245 с. – ISBN: 978-985-6895-30-5. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47789817> (дата обращения: 20.11.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В монографии изложены основные вопросы разработки концептуальных технологических модульных решений для создания молочных ферм нового поколения. Рассмотрены основные технологические процессы на молочно-товарных фермах и комплексах. Приведены результаты научных исследований по вопросам применения рациональных технологических решений при производстве молока. Книга предназначена для научных сотрудников, преподавателей и студентов сельскохозяйственных и ветеринарных учреждений образования, руководителей сельскохозяйственных организаций.

18. Кирсанов, В. В. **Графоаналитическая оценка функционирования локальных биотехнических систем в животноводстве** / В. В. Кирсанов,

А. С. Дорохов, Ю. А. Иванов. – Текст : электронный // Агроинженерия. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 4-9. – DOI: 10.26897/2687-1149-2023-2-4-9. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50781553> (дата обращения: 08.11.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Процессы развития биотехнических систем в животноводстве характеризуются уровнем их интеллектуальной и цифровой трансформации на основе нейросетевых технологий и систем искусственного интеллекта, которые должны эффективно распознавать и учитывать рефлексы, индивидуальную и групповую мотивацию поведения животных и возможную их реализацию в соответствующих локальных технологических подсистемах. Пути к местам отдыха и самообслуживания животных могут быть представлены в виде ориентированного графа, для анализа которого предложен интегральный ST-критерий (путь-время), характеризующий продолжительность перемещения по ребрам графа (логистической инфраструктуре коровника) между его вершинами: пунктами обслуживания животных в соответствующих локальных биотехнических системах (ЛБТС доения, кормления, поения и др.). Графоаналитическая оценка по каждому животному позволяет оценить холостые переходы от мест отдыха к местам обслуживания (самообслуживания), продолжительность обслуживания в соответствующих ЛБТС (рабочий ход), лечение в стационаре при наличии заболеваний, суммарную двигательную активность, общее время отдыха в боксе (не менее 14 ч для высокопродуктивных животных), в том числе продолжительность ночного и дневного отдыха, аномальные перерывы между доениями (свыше 14 ч) в случае «добровольного» доения в автоматических системах (роботах) и др. Сопоставив фотохронометражные показатели с продуктивностью и физиологическим состоянием каждого животного в отдельности и проанализировав возможные потери времени (простои) в местах обслуживания (самообслуживания), отклонения в поведении животных, получим четкую картину организации и эффективности выполнения технологических процессов на ферме, возможные потери продуктивности и издержки производства. Графоаналитическая оценка функционирования локальных биотехнических систем в животноводстве, оснащенных системами идентификации животных и видеонаблюдения, позволит оптимизировать управление технологическими процессами на ферме.

19. Кирсанов, В. В. **Структурно-логистическая модель материальных потоков цифровой животноводческой фермы = STRUCTURAL AND LOGISTIC MODEL OF MATERIAL FLOWS ON DIGITAL LIVESTOCK FARM** / В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин, Е. А. Никитин, С. С. Юрочка. — Текст : электронный // *Агроинженерия*. — 2020. — Вып. 5. — С. 26-32. — URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/vmgau-05-2020-5.pdf>. — Загл. с титул. экрана. — <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2020-5-26-32>.

Проблемы цифровизации животноводческих предприятий тесно связаны с построением моделей и алгоритмов функционирования отдельных технологических процессов и подсистем, объединенных общей системой управления. На основе кластерного подхода сформулированы три группы задач по интеллектуализации и цифровизации объектов в животноводстве: 1) распознавание образов биологических объектов и моделей их группового и индивидуального поведения; 2) геномная оценка сельскохозяйственных животных, прогнозирование их генетического потенциала с возможностью лучшей адаптации к технологиям и конкретным хозяйственным условиям; 3) мультиагентное управление автоматизированными и роботизированными техническими средствами. Проведена инициализация видеообразов биологических объектов, разработана структурно-функциональная модель сложной биотехнической системы «Человек-Машина-Животное», включающая в себя автоматизированные рабочие места ведущих специалистов, приемо-передающие базовые станции, технологические модули обслуживания животных (кормление, поение, доение, микроклимат и др.), представляющие собой локальные биотехнические системы. Представлена структурно-логистическая «воронкообразная» модель функционирования животноводческой фермы, включающая в себя векторы входящих материальных потоков, исходящих производственных потоков и вектор исходящих побочных продуктов (отходов) производства, описанные с помощью соответствующих формализаций. Приведена структурная типизация технологических модулей и подсистем для их математического анализа и последующей цифровой трансформации животноводческих ферм.

20. Кирсанов, В. В. **Структура и функционал искусственного интеллекта для управления биомашсистемой животноводческой фермы** / В. В. Кирсанов, С. В. Кирсанов. — Текст : электронный // *Техника и технологии в животноводстве*. — 2023. — № 2 (50). — С. 32-39. — DOI: 10.22314/27132064-2023-2-32. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54095151&ysclid=lp6k9wicvt622307716> (дата обращения: 20.11.2023). — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Современное состояние промышленного животноводства характеризуется постепенным его переходом к цифровым автоматизированным и роботизированным технологиям, предполагающим внедрение автоматизированных систем управления предприятием с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ). В этой связи объекты ведения сельскохозяйственного производства следует рассматривать как эргатические автоматизированные или роботизированные биомашсистемы «Человек-Машина-Животное» с биологическими объектами – растениями и/или животными, функционирующие в условиях наличия ряда неопределенностей и временных ограничений, связанных с циклами обслуживания животных и получаемой продукции. Функционал животноводческой фермы можно представить в виде суммы: функционала подсистемы «Человек», включающего функционалы «человека-оператора» и «человека-специалиста» – эксперта ЧЭ, функционала подсистем «Локальные биомашсистемы ЛБМС» – доения, кормления, микроклимата и др., функционала подсистемы «Животное», функционала интегральной информационно-управляющей системы (ИИУС_ф) фермы. Возможные уровни применения искусственного интеллекта: 1-й уровень - контролирующая и регулирующая функции, 2-й уровень – построение прогнозных моделей устойчивого развития производственных процессов внутри самой биомашсистемы, 3-й уровень – взаимодействие с окружающей средой. Применение ИИ в животноводстве позволит повысить качество работы локальных процессных биомашсистем, обслуживающих животных, улучшить контроль и управление их физиологическим состоянием и производственным процессом, обеспечить прослеживаемость и использование входящих и исходящих материальных и производственных потоков, побочных продуктов и их рециклинг, контроль экологической обстановки и прогнозное управление экономикой предприятия в целом.

21. Кирсанов, В. В. **Структурно-функциональные модели построения цифровых технологических модулей современных молочных ферм** / В. В. Кирсанов. – Текст : электронный // Агроинженерия. – 2021. – № 2. – С. 32-38. – DOI: 10.26897/2687-1149-2021-2-32-38. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45726925> (дата обращения: 20.11.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Создание типоразмерного ряда цифровых автоматизированных и роботизированных молочных ферм нового поколения различной

конфигурации и вместимости (25-50-100.. Л200...2400 гол.) предполагает их структурную типизацию и модульное построение на основе методологии конечно-элементного анализа и создания структурно-функциональных моделей, включающих в себя законченные технологические модули и модульные единицы. Разработаны структурно-функциональные модели построения цифровых технологических модулей и модульных единиц автоматизированных и роботизированных молочных ферм нового поколения. Предложили создание и формализацию построения модульных структурно-функциональных единиц, включающих в себя пассивные накопительно-регулирующие модули неодушевленных материальных технологических и одушевленных биологических потоков (животных), активные машинно-технологические модули перемещения и трансформации материальных технологических и производственных потоков, направленных к животным или получаемых от них, информационно-аналитические модули экспресс-оценки качества производственных потоков, системы приема-передачи, обработки и хранения информационных потоков (сигналов), получаемых от машинно-технологических модулей (доения, кормления, навозоудаления и др.) и с датчиков животных. Проанализированы и получены формализованные структурно-функциональные модели цифровых модульных единиц: автоматизированных и роботизированных доильных залов, систем автоматизированного и роботизированного кормления животных, автоматизированных систем для дифференцированного обеспечения микроклимата, энергосберегающих аэробных или анаэробных модулей переработки навоза как законченных структур, включающих в себя объемно-планировочные накопительно-регулирующие технологические модули пассивного и машинно-технологические модули активного типа, осуществляющие перемещение и трансформацию материальных технологических потоков, экспресс-диагностику их качества и прием-передачу, обработку и хранение информационных потоков. Реализация разработанных структурно-функциональных моделей цифровых технологических модулей и модульных единиц позволит создать новые проекты цифровых автоматизированных и роботизированных молочных ферм нового поколения с повышенными функциональными возможностями и адаптивными функциями по отношению к биологическим объектам.

22. Копчекчи, К. А. **Цифровизация АПК. Умная ферма** / К. А. Копчекчи, Е. В. Берднова. – Текст : электронный // Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК: VI

Международная научно-практическая конференция. – Саратов : ООО «ЦеСАин», 2022. – С. 212-220. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48564020> (дата обращения: 08.11.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье описаны основные направления цифровизации АПК. Рассмотрены методы использования цифровых технологий в растениеводстве и в молочной промышленности. Описаны мировые тенденции развития сельского хозяйства и их применение. Произведены расчеты направленные на подтверждение экономической выгоды и эффективности использования технологий Умной фермы.

23. Корниенко, А. В. **Использование цифровых роботизированных систем на фермах крупного рогатого скота** / А. В. Корниенко, Е. Е. Можяев, Б. И. Шайтан. – Текст : электронный // Актуальные проблемы молочного скотоводства и кормопроизводства в Российской Федерации и Республике Беларусь : материалы Международного научно-практического семинара «Современные направления развития молочного скотоводства Республики Беларусь и Российской Федерации: опыт, проблемы, перспективы» и Международного научно-практического семинара «Актуальные проблемы кормопроизводства в условиях интенсификации молочного скотоводства». – Москва, 2022. – С. 12-26. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50322634> (дата обращения: 20.10.2023).

В молочном животноводстве России широко используются западные технологии, но это сопряжено с высокой стоимостью импортного оборудования, необходимостью больших первоначальных капитальных вложений, значительными эксплуатационными затратами. Отечественные роботизированные системы в основном обеспечивают обоснованные рационы кормления коров, инновации в селекционной работе, расчеты экономических показателей производства, создание локальных систем управления отдельными технологическими операциями. Этого недостаточно, чтобы соответствовать современному уровню производства. Перспективная система технологий и машин для молочного животноводства должна определять наиболее важные направления разработки роботизированных систем производства, стать программой для формирования планов научных исследований и разработок, организации производства, внедрения эффективных информационно-технических средств.

24. Краусп, В. Р. **Цифровые электророботизированные биологические конвейерные технологии животноводства в проекте ЭКО-1ВК** / В. Р. Краусп. – Текст : электронный // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 3 (39). – С. 41-50. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44038233> (дата обращения: 20.10.2023).

Цифровые интеллектуальные электророботизированные биологические конвейеры животноводства отражают движение во времени: поголовья скота по фермам и культурным пастбищам; биоматериалов молока, мяса животных в живом весе до цехов переработки в молочное, мясное продовольствие «органик», а навоза – в жидкое органическое удобрение. Для осуществления движения создаются и применяются электророботы – скотовозы, молоковозы и др. В управлении движением используются цифровые компьютерные интеллектуальные АСУ, технологические алгоритмы, программное обеспечение, базы данных. Операторы ферм, имеющие междисциплинарное кибер-зоотехническое, -ветеринарное, -агрономическое, -электротехническое образование, находясь на ферме 4 часа утром и 4 часа вечером, контролируют по приборам и управляют всей биологической жизнью стада. Электророботизация охватывает транспортные операции: земледелия и кормопроизводства - пахоту, производство и хранение кормов, выращивание и нормированное стравливание культурных пастбищ; обслуживания животных - доение и перевозка животных в другие фермы и цеха роботом-скотовозом. Роботы, не касаясь животных, доставляют воду на фермы, раздают корм, одновременно очищая кормовой лоток от остатков корма в циклон раздатчика, отбирают молоко из танков ферм с доставкой в цех переработки, отбирают жидкий навоз из поддонов ферм с доставкой в цех переработки органических отходов в жидкое удобрение.

25. Лебёдкин, П. А. **Возможности и риски развития умных животноводческих ферм** / П. А. Лебёдкин, Д. А. Степаненко. – Текст : электронный // Стратегии бизнеса. – 2022. – Т. 10, № 10. – С. 256-258. – DOI: 10.17747/2311-7184-2022-10-256-258.

В статье исследованы особенности цифровой трансформации животноводческих ферм, этапы их развития, технические средства, необходимые для реализации умной фермы, экономические и экологические аспекты умного животноводства. Сделан вывод о слабой развитости умных

животноводческих ферм в России, и предложены направления цифровой трансформации умных ферм на основе отечественных инноваций.

26. Мамедова, Р. Я. **Молочное животноводство в России: состояние и перспективы цифровизации** = DAIRY FARMING IN RUSSIA: CURRENT STATE AND PROSPECTS OF DIGITALIZATION / Р. Я. Мамедова. – Текст : электронный // Агроинженерия. – 2020. – Вып. 6. – С. 10-16. – URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/vmgau-02-2020-6.pdf>. – Загл. с титул. экрана. – <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2020-6-10-16>.

В рамках ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» Минсельхозом России разработана национальная платформа цифрового государственного управления сельским хозяйством – «Цифровое сельское хозяйство». Для цифровизации животноводческих предприятий необходимо создать условия на федеральном и региональном уровнях и разработать нормативно-правовую и техническую поддержку предприятий. Разработана соответствующая структурно-функциональная модель, учитывающая различные уровни принятия решения, нормативно-правовые документы, системные продукты и программно-аппаратные средства. Разработаны блок-схема проекта и структура автоматизированных рабочих мест главных специалистов цифровой молочной фермы. Цифровизация животноводства с внедрением разрабатываемых технологий в ФНАЦ ВИМ обеспечит снижение уровня импортозависимости отрасли на 35...40%, повышение качества и количества производимой продукции на 25...30%, сохранение здоровья и повышение продуктивности животных на 15...20%, повышение производительности труда в основных подотраслях животноводства в 1,5...2 раза, сокращение издержек производства на 35...40%.

27. Манойлина, С. З. **Приоритетные направления научных исследований в области механизации и автоматизации сельского хозяйства** / С. З. Манойлина, А. В. Ворохобин, С. И. Коржов. – Текст : электронный // Теория и практика инновационных технологий В АПК: материалы национальной научно-практической конференции. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2023. – С. 130-138. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54512641> (дата обращения: 08.11.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье рассматривается внедрение инновационных технологий в сельское хозяйство, таких как вертикальное земледелие, автоматизация ферм, тепличное хозяйство, точное земледелие, картирования урожайности и цифрового сельского хозяйства. Они позволяют максимально использовать фермерами искусственный интеллект для получения максимальной урожайности экологически чистым путем за счет принятия более эффективных решений в поле.

28. Махнева, Е. В. **Роботизация молочных ферм в Кировской области и ее эффективность** / Е. В. Махнева. – Текст : электронный // Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения : сборник научных трудов III национальной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАУ, 2023. – С. 91-97. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54644183> (дата обращения: 08.11.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Одним из направлений использования цифровых технологий в сельском хозяйстве и его основных отраслях является применение роботов. Цель данного исследования – изучение степени распространенности, преимуществ и недостатков, эффективности использования роботов-дойров на молочных фермах Кировской области. Используются общеэкономические методы исследований.

29. Можаяев, В. В. **Использование цифровых систем технологического мониторинга на фермах крупного рогатого скота** / Е. Е. Можаяев, Б. И. Шайтан. – Текст : электронный // Цифровизация отраслей АПК и аграрного образования : материалы III Международной научно-практической конференции (Андреевские чтения). – Москва : Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, 2022. – С. 303-318. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48502382> (дата обращения: 20.10.2023).

Использование достижений в области информационных технологий позволяет создать системы технологического мониторинга, которые по заданной программе регулярно выполняют наблюдения, измерения позволяющие определить состояние выполнения технологического процесса под влиянием различных факторов, проанализировать на соответствие нормативам и представить персоналу в удобной форме с рекомендациями о вариантах принятия решения. Современные зарубежные технологии

производства молока интенсивно насыщаются инфокоммуникационными системами. Отечественное животноводство идет по пути использования западных технологий, но этот процесс сдерживается высокой стоимостью импортного оборудования, необходимостью больших первоначальных капитальных вложений, значительными эксплуатационными затратами. Отечественные технологические разработки в основном базируются на программном обеспечении расчетов по обоснованию рационов кормления коров, селекционной работе, расчете экономических показателей производства, создании локальных систем управления отдельными технологическими операциями. Этого недостаточно, чтобы соответствовать современному уровню производства. Перспективная система технологий и машин для животноводства должна предопределить наиболее важные направления использования информационных технологий, сформировать систему технологического мониторинга при производстве молока, стать программой для формирования планов научных исследований и разработок, организации производства, внедрения эффективных информационно-технических средств.

30. Никитин. Е. А. **Лабораторное исследование дозирующего устройства для кормовых добавок** / Е. А. Никитин. – Текст : электронный // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 1. – С. 40-44. – DOI: 10.26897/2687-1149-2023-1-40-44. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50363260> (дата обращения: 08.11.2023).

Представленное экспериментальное исследование служит основой разработки дозатора к роботизированному устройству для обслуживания кормового стола на животноводческих комплексах. Во введении проанализированы тенденции развития машин для внутрихозяйственного производства комбикормов с использованием дозирующего и весового оборудования, описаны роль и ключевые индикаторы эффективности, использования комбикормов собственного производства для животноводческих комплексов. Представлены способ оптимизации конструктивных параметров шнековых дозаторов кормовых добавок, принципиальная схема и фотоснимок экспериментальной установки. Для управления электродвигателем экспериментальной установки была разработана математическая модель, учитывающая частоту оборотов электродвигателя. В качестве математического аппарата для обработки экспериментальных данных, построения поверхностей отклика и регрессионных уравнений использовалась математическая модель второго

порядка. Эксперимент предполагал 5-кратное весовое измерение погрешности дозирования кормовых добавок для каждого типа конструкции шнека.

31. Никитин, Е. А. **Система управления роботизированным устройством для обслуживания кормового стола** / Е. А. Никитин, Д. Ю. Павкин, Д. В. Шилин. – Текст : электронный // *Агроинженерия*. – 2021. – № 4 (104). – С. 4-8. – DOI: 10.26897/2687-1149-2021-4-4-8 – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46500556> (дата обращения: 20.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Предлагается разработка роботизированного устройства для обслуживания кормового стола в коровнике, осуществляющего подталкивание кормовой смеси к ограждению кормового стола и делающего его более доступным для животных. Дозатор концентрированных кормовых добавок позволяет улучшить вкусовые качества кормовой смеси, тем самым повысив уровень потребления корма животными и их продуктивность. Моделирование и проектирование узлов разрабатываемого устройства осуществлялись с использованием ПО Компас 3-D; имитационное моделирование системы управления электропривода устройства разрабатывалось в среде Matlab/Simulink; программное обеспечение для контроля параметров работы предлагаемого устройства разрабатывалось инструментами Visual Studio code на языке C-Sharp. Разработанный на основе имитационной модели электропривод позволил создать лабораторный образец роботизированной платформы. Разработанное устройство способно перемещаться в ручном и автоматическом режиме по предварительно заданной траектории. Программное обеспечение, устанавливаемое на ПК, отслеживает процесс работы устройства, его позиционирование в коровнике, количество и вид дозируемых кормовых добавок, уровень заряда АКБ. Отмечено, что внедрение разработанного устройства в технологический процесс кормления крупного рогатого скота снизит трудозатраты на кормление животных.

32. Новиков, Н. Н. **Разработка средств автоматизации для цифровых технологий в животноводстве** / Н. Н. Новиков. – Текст : электронный // *Вестник Всероссийского научно-исследовательского*

института механизации животноводства. – 2019. – № 1 (33). – С. 153-159. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37148335> (дата обращения: 20.10.2023).

Применение цифровых технологий предполагает наличие соответствующей номенклатуры современного технологического оборудования (измельчители, грануляторы, доильные аппараты, скреперные установки, вентиляторы и др.), датчиков и измерителей, обеспечивающих получение информации о работе этого оборудования, систем обработки и анализа информации, систем передачи и отображения данных, программ формирования управляющих воздействий, реализуемых автоматически посредством исполнительных механизмов, или в форме человеко-машинных процедур. В качестве примеров перспективного использования в цифровых технологиях для целей измерения в животноводстве рассматриваются программируемый конвейерный весоизмеритель дозатор УВ-Ф-30, устройство автоматического технологического взвешивания свиней УНК-Ф-1, проходные весы для скота Step Metrix и Taxatron, весы для свиней Opticomr, датчики систем идентификации живот-ных с использованием ушных, шейных или желудочных чипов, одновременно определяющих и передающих по радиоканалу индивидуальные показатели: температуру тела, частоту дыхания и пульса, двигательную активность с подразделением на хождение, бег, неподвижность (лежание), руминацию, данные о наличии половой охоты, ИК-анализатор InfraFact, экспресс анализатор качества молока Milkoskan и др. В настоящее время происходит массовая замена аналоговых управляющих устройств на перспективные унифицированные цифровые контроллеры, что позволяет заменить регулятор алгоритмом, существенно расширить область использования, повысить качество управления. Приводятся примеры успешного применения контроллеров при раздаче кормов, уборке навоза, поддержании микроклимата и в других процессах на молочных фермах до 2000 коров, свинофермах до 24 тыс. голов. В качестве перспективных систем обработки и анализа информации ферм, работающих на базе персональных компьютеров или использующих возможности «облачных» технологий рассмотрены системы управления молочным стадом AfiFarm™, UNIFORM AGRI BV.

33. Партин, А. П. **Анализ используемых цифровых технологий на молочных фермах** / А. П. Партин, А. А. Садов, П. Н. Шорохов. – Текст: электронный // Технические решения в агробизнесе студентов, аспирантов и молодых ученых = Молодежь и наука – 2023 : сборник статей

Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Екатеринбург, 2023. – С. 144-152. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53980238> (дата обращения: 04.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье рассматриваются основные направления цифровизации животноводческих хозяйств КРС. Анализируются современные технологии, используемые на рынке сельскохозяйственных товаропроизводителей.

34. Передня, В. И. От механизации трудоемких процессов до разработки и использования цифровых технологий и искусственного интеллекта для молочнотоварных ферм и комплексов / В. И. Передня, Ю. А. Цой, Е. Л. Жилич. – Текст : электронный // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию образования РУП "НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск : Издательский дом «Белорусская наука», 2022. – С. 34-40. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53737076> (дата обращения: 20.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье изложены результаты исследования и разработки машин и оборудования, от механизации трудоемких процессов до создания поточных линий, комплектов машин и намечены пути развития цифровых технологий с использованием искусственного интеллекта.

35. Понизовкин, Д. А. Исследование системы принудительной вентиляции с водоиспарительным охлаждением в коровнике / Д. А. Понизовкин, Ю. Г. Иванов, В. Г. Борулько. – Текст : электронный // Сборник статей по материалам докладов ученых РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, других вузов и научно-исследовательских учреждений на Международной научной конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 155-летию РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, которая проходила 2-4 декабря 2020 года. Вып. 293, ч. 1. – Москва, 2020. — С. 611-614. – URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/doctsha-293-1-2021-191.pdf>.

Разработана система принудительной вентиляции с водоиспарительным охлаждением, способная локально снижать температуру воздуха в коровнике на 2...4 оС. По результатам экспериментальных исследований были установлены рациональные конструктивно-режимные параметры устройства принудительной вентиляции.

36. Садыкова, З. Ф. **Концепция применение «Индустрия 4.0» В производственных процессах на животноводческих предприятиях** / З. Ф. Садыкова, Г. А. Суворов, В. А. Абаев. — Текст : электронный // Сборник статей по материалам докладов ученых РГАУ - МСХА имени К. А. Тимирязева, других вузов и научно-исследовательских учреждений на Международной научной конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 155-летию РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, которая проходила 2-4 декабря 2020 года. Вып. 293, ч. 2. – Москва, 2020. — С. 155-159. — <http://elib.timacad.ru/dl/full/doctsha-293-2-2021-47.pdf>. – Загл. с титул. экрана.

В статье рассмотрено использование современных цифровых технологий в управлении производственными процессами на 156 предприятиях отрасли животноводства. Дана характеристика применения Концепции «Индустрии 4.0» в рамках цифровизации производственно-технологических процессов. Рассмотрены основные показатели эффективности использования «Умной фермы».

37. Скоркин, В. К. **Молочные фермы сегодня и завтра** / В. К. Скоркин. – Текст : электронный // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2019. – № 2 (34). – С. 37-42. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38470668> (дата обращения: 20.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Повышение благосостояния своих граждан является первоочередной задачей Правительства, для чего необходимо создать продовольственную безопасность страны. Производство продуктов питания в полном объеме от потребностей населения возможно за счет повышения продуктивности полей, животных и сокращения производственных потерь. Проведенные исследования показали, что наибольшие потери несут сельхозпроизводители из-за несовершенства биологической, технической и технологической базы ведения хозяйства (35,25 и 40% соответственно). Повышение качества и снижение потерь в отрасли молочного скотоводства достигается за счет создания устойчивой материально-технической и кормовой базы, высокоразвитого кормопроизводства и полноценного кормления животных, обеспечения комфортных условий их содержания, технологии доения и первичной обработки молока на фермах и комплексах. Наличие, состав, технический уровень машин решающим образом влияют на технологический уровень сельскохозяйственного производства, производственные затраты,

показатели продуктивности животных. Россия является одной из крупных стран по производству молока (более 30 млн. тонн в год), но по некоторым показателям уступает ряду западных стран: затраты кормов, труда и расход электроэнергии в 1,3-2,0 раза выше, а продуктивность коров в 1,6-2,2 раза ниже. Существующие фермы – старой планировки и постройки 60-70-х годов с привязным содержанием животных ($\approx 72-75\%$), в которых используется устаревшая техника и технологии, большой удельный процент ручного труда.

38. Стельмашонок, Е. В. **Цифровая трансформация агропромышленного комплекса: анализ перспектив** / Е. В. Стельмашонок, В. Л. Стельмашонок. – Текст: электронный // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. – 2021. – № 2. – С. 336-365. – DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-2-336-365. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46615695>. – (дата обращения: 20.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье показано, что цифровая трансформация АПК приведет к: – изменению отраслевой структуры АПК из-за исчезновения традиционных отраслей и возникновения новых; – изменению участия АПК в национальной и мировой экономике; – внедрению новых организационных моделей функционирования предприятий АПК (платформ и экосистем); – исчезновению остатков традиционного сельского уклада и изменению городского уклада. Обоснованы следующие основные положения: – цифровая трансформация ведет не только к технологическим, но и к организационным преобразованиям в АПК; – результатом цифровой трансформации станет глубокое изменение модели организации АПК и его роли в национальной экономике; – государству необходимо принимать меры по поддержке цифровой трансформации АПК и по адаптации АПК к новому цифровому укладу.

39. **Структурно-логистическая модель материальных потоков цифровой животноводческой фермы** / В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин, Е. А. Никитин, С. С. Юрочка. – Текст: электронный // *Агроинженерия*. – 2020. – № 5 (99). – С. 26-32. – DOI: 10.26897/2687-1149-2020-5-26-32. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44183154> (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Проблемы цифровизации животноводческих предприятий тесно связаны с построением моделей и алгоритмов функционирования отдельных

технологических процессов и подсистем, объединенных общей системой управления. На основе кластерного подхода сформулированы три группы задач по интеллектуализации и цифровизации объектов в животноводстве: 1) распознавание образов биологических объектов и моделей их группового и индивидуального поведения; 2) геномная оценка сельскохозяйственных животных, прогнозирование их генетического потенциала с возможностью лучшей адаптации к технологиям и конкретным хозяйственным условиям; 3) мультиагентное управление автоматизированными и роботизированными техническими средствами. Проведена инициализация видеообразов биологических объектов, разработана структурно-функциональная модель сложной биотехнической системы «Человек-Машина-Животное», включающая в себя автоматизированные рабочие места ведущих специалистов, приемо-передающие базовые станции, технологические модули обслуживания животных (кормление, поение, доение, микроклимат и др.), представляющие собой локальные биотехнические системы. Представлена структурно-логистическая «воронкообразная» модель функционирования животноводческой фермы, включающая в себя векторы входящих материальных потоков, исходящих производственных потоков и вектор исходящих побочных продуктов (отходов) производства, описанные с помощью соответствующих формализаций. Приведена структурная типизация технологических модулей и подсистем для их математического анализа и последующей цифровой трансформации животноводческих ферм.

40. Технологическая концепция и конструктивно-технические решения молочно-товарного комплекса нового поколения / В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка, М. В. Барановский, А. С. Курак // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2022. – № 2. – С. 83-93. – ISSN 2079-6668. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/321806> (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Обоснована концепция технологии производства молока, основанная на интеллектуальных цифровых системах управления производством с применением роботизированных средств выполнения основных производственных операций и базирующейся на системном мониторинге показателей продуктивности и физиологического состояния. Формируя перспективную программу технологического и технического переоснащения производства продукции животноводства в виде системы технологий и

машин, необходимо уделить особое внимание вопросам автоматизации и информатизации, как основному направлению резкого повышения производительности труда, качества продукции и экономической эффективности.

41. Тимошенко, В. Н. **Концептуальные технологические модульные решения по созданию молочных ферм нового поколения** / В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка. – Текст : электронный // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы : материалы III научно-практической конференции с международным участием в рамках IV Емельяновских чтений. – Вологда, 2020. – С. 411-415. – <https://elibrary.ru/item.asp?id=43806458> (дата обращения: 20.10.2023).

Предложена концепция технологических модульных решений по созданию молочных ферм нового поколения и алгоритма управления производственным процессом на основе интеллектуальных цифровых технологий и определены пути ее реализации.

42. **Цифровое сельское хозяйство: настоящее и будущее (обзор международной практики)** / О. Б. Бородина, О. В. Гвоздева, Ю. С. Синицина, Е. Ю. Колбнева. – Текст : электронный // Московский экономический журнал. – 2021. – № 4. – порядковый номер: 18. – DOI: 10.24411/2413-046X-2021-10218. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46216804> (дата обращения: 20.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье рассматриваются системы цифрового сельского хозяйства, перспективы их развития в аспекте новых технических возможностей на примере стран Европы и Центральной Азии. Существующие технологии ведения сельского хозяйства позволяют анализировать и обрабатывать большие объемы информации, на одной платформе объединять различные информационные ресурсы, вести контроль и снижать риски производства, удовлетворять информационные потребности широкого круга заинтересованных лиц, от государства до конечного потребителя, а также гарантировать безопасность в киберпространстве. Немаловажную роль в цифровизации сельского хозяйства играет ресурсный потенциал лиц, занятых в сельском хозяйстве. Особое внимание уделяется развитию научных

центров, учебных курсов, где проводится углубленное изучение современных высокоточных технологий ведения сельского хозяйства.

43. Цифровые технологии, автоматизированные системы и роботы в животноводстве / В. И. Трухачев, И. В. Атанов, И. В. Капустин, Д. И. Грицай. – 2-е изд., стереотип. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 104 с. – ISBN 978-5-507-45759-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/282677> (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В учебном пособии рассмотрены цифровые технологии, автоматизированные системы и устройства для идентификации, регистрации и учета животных, доения коров и управления стадом, приготовления и раздачи кормов, выпаса животных. Приведен анализ процессов и сферы применения роботов в животноводстве.

44. Шеленок, А. В. Оценка инвестиционных возможностей роботизации молочных ферм на примере сельскохозяйственных организаций Саратовской области / А. В. Шеленок. – Текст : электронный // Научное обозрение: теория и практика. – 2021. – Т. 11, № 2 (82). – С. 389-411. – DOI: 10.35679/2226-0226-2021-11-2-389-411. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45837111> (дата обращения: 20.10.2023).

В статье отражено, что в РФ, в том числе и в Саратовской области, производство молока не достигло уровня 2010 года. Отмечается, что преодоление спада, увеличение выхода молочной продукции, улучшение её качественных характеристик в значительной мере определяются технической и технологической базой отрасли. На примере некоторых молочных ферм России показан опыт использования цифровых технологий в молочном скотоводстве. Сегодня весь мир переходит на новый экономический уклад. Ускоренными темпами идут процессы широкого внедрения информационно-компьютерных технологий (ИКТ) во все сферы деятельности. Существенно изменяется характер труда и производства. Большую часть работы выполняет современное программное обеспечение. Человека заменяют автоматизированные системы. Цифровизация в сельском хозяйстве кардинально меняет приёмы ведения хозяйства, весь производственный

процесс: улучшаются не только качественные и количественные характеристики производимой продукции, но и повышается эффективность организации производства. С этой точки зрения цифровизацию экономики сельского хозяйства можно считать определяющим фактором его развития. Использование ИКТ позволяет значительно быстрее осуществлять все операции, контролировать все стадии процесса производства. Переход на цифровое обеспечение, объединение «киберфизических систем» и «Интернета вещей» в производственном процессе открывает практически неограниченные возможности для развития предприятий. За рубежом используется широкий спектр современных ИКТ. Программа-робот благодаря функциональным возможностям своевременно предупреждает сельхозтоваропроизводителя о сложившейся неблагоприятной ситуации. Фактически фермер получает систему, позволяющую минимизировать риски, что даёт массу преимуществ товаропроизводителю. На сегодняшний день по цифровизации экономики лидируют наиболее экономически и технологически развитые зарубежные страны. В первую очередь, это США, Германия, Франция, Нидерланды и др. В США на новый технологический уровень в сельском хозяйстве перешли до половины ферм страны. В Европе около двух десятилетий в авангарде Германия. Здесь используются системы «точного земледелия» и «умной фермы». В России это направление только начинает развиваться. По уровню внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство Россия занимает 15-е место в мире. В статье отмечено, что в связи с невысокой (неустойчивой) доходностью молочного скотоводства для реализации в России перспективного направления - роботизированной молочной фермы («умной фермы») необходимо решить комплекс проблем, в том числе проблему существенной господдержки товаропроизводителей.

45. Шигапов, И. Р. **Цифровое управление и контроль за производственным процессом на фермах КРС** / И. Р. Шигапов. – Текст : электронный // Студенческая наука – аграрному производству: материалы 81-ой студенческой (региональной) научной конференции. Том 2. – Казань : Казанский ГАУ, 2023. – С. 445-452. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54295358> (дата обращения: 20.10.2023).

Проведен анализ систем управления стадом «умная» ферма, который представляет собой автоматизированный комплекс, позволяющий свести все данные о состоянии животного в одну компьютерную базу.

46. Ширинкина, Е. В. **Ферма 4.0 – ферма будущего в условиях развития цифровизации** / Е. В. Ширинкина. – Текст : электронный // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 3 (130). – С. 122-132. – DOI: 10.24412/2227-9407-2022-3-122-132. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/319379> (дата обращения: 02.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В исследовании приводится ряд выводов, которые позволяют прийти к пониманию: 1) каковы глобальные тренды в АПК будущего со стороны спроса, предложения и инфраструктуры; 2) как устроена ферма будущего; 3) каковы новые технологии фермы будущего; 4) каковы новые функции фермы 4.0 и будущее агропромышленного комплекса.

47. Шлома, Д. Н. **Проблемы и перспективы цифровизации молочного скотоводства** / Д. Н. Шлома. – Текст : электронный // Прикладная математика и фундаментальная информатика. – 2021. – Т. 8, № 2. – С. 54-63. – DOI: 10.25206/2311-4908-2021-8-2-54-63. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47967874> (дата обращения: 20.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Рассмотрены предпосылки возникновения термина «цифровизация», показан масштаб распространения, как во всем мире, так и на территории России цифровой экономики и цифровизации, как результата ее практического применения. Рассмотрены инструменты цифровизации, и ее значимость на уровне федеральных нацпроектов. Проанализированы проблемы и перспективы развития цифровизации на примере молочного скотоводства. Предложены методы и технические решения развития цифровизации, такие как автоматическое кормление животных, автоматическая дойка и цифровая молочная ферма. Приведен ожидаемый технологический и экономический эффект от внедрения цифровизации в молочном скотоводстве. Показаны преимущества и недостатки от внедрения цифровизации в молочном скотоводстве.

II. Цифровые фермы в растениеводстве

48. Акмаев, Р. Н. **Применение цифровых технологий в работе вертикальных ферм** / Р. Н. Акмаев, В. В. Ермоленко, Д. В. Ланская. – Текст : электронный // Общество и экономика знаний, управление капиталами: Цифровая экономика знаний : материалы XII Международная научно-практическая конференция. – Краснодар : Кубанский государственный университет, 2022. – С. 167-175. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49795744> (дата обращения: 20.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье анализируется теория и практика создания в городских агломерациях вертикальных ферм в условиях нарастания глобальной продовольственной проблемы и бурного роста населения планеты. В ходе исследования применяется исторический подход и кейс-метод. В работе вертикальных ферм в настоящее время используют три основных метода вертикального растениеводства: гидропоника, аквапоника и наиболее перспективный – аэропоника. Определено оборудование, без которого не обойдется ни одна вертикальная ферма. Выявлены достоинства и слабые стороны вертикальных ферм, а также основные игроки на российском рынке. Проанализированы цифровые технологии, которые применяются на вертикальных фермах, такие как компьютерное зрение, машинное обучение, искусственный интеллект.

49. Дорохов, А. С. **Технология цифровых двойников в сельском хозяйстве: перспективы применения** / А. С. Дорохов, Д. Ю. Павкин, С. С. Юрочка. – Текст : электронный // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 4. – С. 14-25. – DOI: 10.26897/2687-1149-2023-4-14-25. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54393697> (дата обращения: 08.11.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Технология цифровых двойников (ЦД) пока недостаточно распространена в сельском хозяйстве. Внедрение адекватной модели цифрового двойника позволит сократить издержки при разработке, внедрении и обслуживании сельскохозяйственной техники. Основной проблемой при разработке цифровых двойников в сельском хозяйстве является высокая потребность проекта в ресурсах: от этапа создания лабораторного прототипа до пилотных и полевых испытаний прототипов

сельскохозяйственных объектов. С целью сокращения затрат ресурсов при производстве образцов от идеи до серии и при дальнейшем их использовании в течение всего срока службы авторами предложена технология виртуального полигона с созданием цифровых образцов сельскохозяйственных машин (оборудования/деталей) для проведения виртуальных испытаний. Цифровые двойники в сельском хозяйстве разрабатываются с учетом обмена информации между цифровым двойником и физическим объектом. Таким образом, обеспечивается адекватность цифрового двойника в режиме реального времени изменения параметров цифрового двойника и достигается максимальное соответствие физического объекта цифровой копии. Применяя сформированные большие данные и искусственный интеллект, можно разрабатывать системы, которые в зависимости от изменения параметров физического и цифрового объекта автоматически изменяют параметры функционирования узлов/деталей/машин, что позволяет добиться наибольшей их эффективности. На примере животноводческой фермы и роботизированного доения рассмотрены возможные способы применения технологии ЦД. Предложен способ внедрения метода взаимодействия цифрового двойника с физическим объектом в лабораторные и натурные испытания. Разработанная технология цифровых двойников позволяет оставлять цифровую тень, иметь двухстороннюю связь между ЦД и испытываемым физическим объектом. Представленная концепция виртуального полигона дает возможность проводить виртуальные испытания сельскохозяйственных машин, изделий, технологий и систем.

50. Ермоленко, В. В. **Вертикальные агрофермы: методы, технологии и опыт** / В. В. Ермоленко, Д. В. Ланская, Х. А. Эль-Хиллани. – Текст : электронный // Естественно-гуманитарные исследования. – 2022. – № 43 (5). – С. 94-98. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49929611> (дата обращения: 08.11.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В статье анализируется теория и практика создания в городских агломерациях вертикальных ферм в условиях нарастания глобальной продовольственной проблемы и бурного роста населения планеты. В ходе исследования применяется исторический подход и кейс-метод. В работе вертикальных ферм в настоящее время используют три основных метода вертикального растениеводства: гидропоника, аквапоника и наиболее

перспективный – aeroponica. Определено оборудование, без которого не обойдется ни одна вертикальная ферма. Выявлены достоинства и слабые стороны вертикальных ферм, а также основные игроки на российском рынке. Проанализированы цифровые технологии, которые применяются на вертикальных фермах, такие как: компьютерное зрение, машинное обучение, искусственный интеллект.

51. Журавлева, Л. А. **Теплицы с технологией узкостеллажной гидропоники на основе цифровых систем управления** / Л. А. Журавлева. – Текст : электронный // Научная жизнь. – 2020. – Т. 15, № 9 (109). – С. 1195-1203. – DOI: 10.35679/1991-9476-2020-15-9-1195-1203. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44496267> (дата обращения: 08.11.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В настоящее время достаточно много зарубежных производителей теплиц используют элементы цифровых технологий и систем гидропоники. Практически все производители данного класса систем и оборудования - зарубежные компании. Актуальными и востребованными является работы по созданию в России современных отечественных комплексов выращивания агрокультур на основе цифровых систем управления. В Московском Политехническом университете ведутся научно-внедренческие исследования, направленные на создание программного обеспечения и интеллектуальных технологий контроля и регулирования микроклимата в теплицах и гидропонных установках. Спроектированы и внедрены системы полной автоматизации процесса выращивания растений, автоматического поддержания оптимальных параметров микроклимата дистанционно при помощи телефона или планшета на основе математических моделей микроклимата. В статье представлена математическая модель микроклимата теплицы. Рассмотрено одно из наиболее перспективных направлений - технология многоярусной стеллажной и узкостеллажной гидропоники. Дана функциональная схема управления микроклиматом теплицы. Данный метод позволяет увеличить используемый объем теплиц до 25-30 шт. растений на 1 кв. м площади теплиц, количество культурооборотов до 4-5 в год. Снижение расхода воды и питательного раствора на единицу продукции в 2,0-2,5 раза по сравнению с теплицами на капельном поливе. Уменьшение количества почвогрунта по сравнению с малообъемной субстратной технологией на капельном поливе в 4-6 раз. Снижение количества нитратов в продукции в 8-10 раз по сравнению с нормативом. Способ выращивания агрокультур не

требует особенных физических усилий в отличие от традиционного растениеводства. Теплицы с технологией узкостеллажной гидропоники на основе цифровых систем управления обеспечивают повышение эффективности производства продукции растениеводства, являются экологически чистой технологией выращивания рассады, овощей, ягод, цветов и зеленных культур. Технология может использоваться как в высокотехнологичных крупных производствах, агрохолдингах, сити-фермах, так и семейного бизнеса, на приусадебных участках.

52. Запевалова, Л. Ю. **Предварительная обработка цифровых изображений в системе управления вертикальной фермой** / Л. Ю. Запевалова, А. В. Запевалов. – Текст: электронный // Вестник кибернетики. – 2020. – № 1(37). – С. 77-84. – DOI: 10.34822/1999-7604-2020-1-77-84.

В статье рассмотрена работа пространственных фильтров, позволяющих повышать качество изображений, полученных в сложных оптических условиях. Методы исследования основаны на положениях теории цифровой обработки изображений, математического анализа, математической статистики. Практическая реализация алгоритмов осуществлялась в среде моделирования MatLab.

53. Киршина, М. К. **Применение цифровых технологий в растениеводстве на примере фермы «Gaskains LTD» Англия** / М. К. Киршина. – Текст: электронный // Интеграция науки и образования в аграрных вузах для обеспечения продовольственной безопасности России : сборник трудов национальной научно-практической конференции. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2022. – С. 105-109. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49973953> (дата обращения: 20.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

В настоящее время сельское хозяйство существенно отстает от иных отраслей экономики в вопросе использования цифровых технологий. Благодаря введению новых инновационных инструментов снижаются производственные издержки и наблюдается рост прибыли. В статье рассмотрено применение цифровых технологий в растениеводстве на примере фермы «Gaskains Ltd», расположенной в Англии. Один из принципов оптимизации производства на ферме «Gaskains Ltd» -

использование терминала сбора данных. Другой инновационный инструмент - это использование биометрических замков на территории фермы, обеспечивающий контроль и безопасность на предприятии.

54. Николаева, Е. В. **Применение цифровых технологий в работе вертикальных ферм** / Е. В. Николаева. – Текст : электронный // Вестник науки. – 2023. – № 10 (67). – С. 514-525. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54689044> (дата обращения: 20.10.2023).

В статье рассматривается вопрос эффективности использования имеющихся ресурсов за счет совершенствования технологии вертикального фермерства. Благодаря внедрению систем управления микроклиматом в мировой практике распространяется применение вертикального земледелия, так как оно позволяет получать больше продукции с меньшей площади выращивания, повышать качество (безопасность) продукции и выращивать урожай круглый год, вне зависимости от условий окружающей среды.

55. Ухина, А. Е. **Система «умная ферма» в цифровом сельском хозяйстве** / А. Е. Ухина, Е. И. Гриднева, А. А. Андрианова. – Текст : электронный // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 73-й национальной научно-практической конференции студентов и магистрантов. Часть III. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2022. – С. 169-174. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48972920> (дата обращения: 20.10.2023).

В данной статье раскрывается смысл понятия «Умная ферма», описываются такие моменты, как умная прополка, умный посев, умный сбор урожая, а также знакомимся с таким понятием как Интернет вещей.

III. Семейные фермы и цифровые технологии

56. Егоров, В. Г. **Информационные технологии для семейных ферм: зарубежный опыт** / В. Г. Егоров, А. А. Иншаков. – Текст : электронный // Постсоветский материк. – 2022. – № 3 (35). – С. 35-56. – DOI: 10.48137/23116412-2022-3-35. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49365877> (дата обращения: 20.10.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Сельское хозяйство составляет значительную часть глобальной экономики, при этом 2,5 млрд. человек во всем мире зависят от аграрной отрасли как главного источника средств к существованию. Важнейшее место в мировой индустрии производства сельхозпродуктов занимают семейные товарные фермы. Социально-экономическая роль семейных ферм в развитии аграрной отрасли является широко обсуждаемым вопросом. Социальная значимость фермерских хозяйств определяется главным образом их потенциалом в создании рабочих мест в сельской местности и снабжении населения качественным продовольствием. Деятельность семейных ферм в настоящее время, как и экономики в целом, неразрывно связана с внедрением цифровых технологий. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса – это не перспектива отдаленного будущего, а уже существующая реальность.

57. Иншаков, А. А. **Информационные технологии для семейных ферм: зарубежный опыт** /А. А. Иншаков. – Текст: электронный // АПК: экономика, управление. – 2022. – № 7. – С. 86-95. – DOI: 10.33305/227-86. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49295610> (дата обращения: 03.11.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Социальная роль мелких фермеров выражена в создании рабочих мест в сельской местности и реализации поставок продовольствия. Деятельность семейных ферм неразрывно связана с применением цифровых технологий. Информация поступает от различных устройств, расположенных в поле, на ферме, от датчиков, агротехники, метеорологических станций, дронов, спутников, внешних систем, партнерских платформ, поставщиков. Общие данные с различных участников производственной цепочки, собранные в одном месте, позволяют получать информацию нового качества, находить закономерности, создавать добавочную стоимость для всех вовлеченных участников, применять современные научные методы обработки и на их основе принимать правильные решения, минимизирующие риски, улучшающие бизнес сельхозтоваропроизводителей. Устойчивое развитие электронной торговли, или электронной коммерции, может помочь ускорить инклюзивное развитие сельских общин путем создания новых рабочих мест и возможностей для получения дохода, а также улучшения услуг для сельских жителей. Цель исследования - рассмотреть влияние цифровых технологий на мировое сельское хозяйство и семейное фермерство. В ходе исследования были использованы методы: статистический, графический, сравнения,

исторический анализ. Результаты исследования позволили показать драйверы развития информационных технологий семейных ферм. Рассмотрено влияние деятельности сельского хозяйства на изменение климата. Показана взаимосвязь семейных ферм и Целей Устойчивого Развития (ЦУР) 2030. Показано, что в наибольшей степени цифровизация фермерских хозяйств раскрывается именно в кооперативных отношениях.