

УДК 681.5

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОРМОВОГО РАЦИОНА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Сафин Марат Абдулбариевич
Канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

Сайтаков Руслан Маратович
Студент
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

В статье рассмотрены современные подходы к применению предиктивной аналитики на основе искусственного интеллекта для оптимизации кормового рациона сельскохозяйственных животных. Цель исследования – проанализировать текущее состояние работ в данной области и выявить перспективы использования интеллектуальных систем для повышения эффективности и устойчивости животноводства. В работе использован метод обзоров публикаций отечественных и зарубежных научных публикаций последних лет. Показано, что использование алгоритмов машинного обучения и больших данных позволяет точно прогнозировать потребности животных в питательных веществах и оперативно адаптировать рацион, что ведет к снижению затрат на корма и улучшению показателей продуктивности и здоровья животных. Приведены примеры внедрения ИИ-систем на фермах, демонстрирующие рост среднесуточных привесов и молочной продуктивности при одновременном сокращении перерасхода кормов. Отмечено, что интеграция предиктивных моделей в системы поддержки принятия решений даёт возможность персонализированного кормления и строгого контроля качества кормов. Предиктивная аналитика также позволяет учитывать экологические аспекты кормления, снижая отходы и выбросы за счет более рационального использования кормовых ресурсов. Сделан вывод о высокой актуальности данного направления и необходимости дальнейшей разработки методов ИИ для решения комплексных задач кормления с учётом экономических и экологических факторов. Практическая значимость работы заключается в обобщении опыта применения ИИ в кормлении животных, который может послужить основой для внедрения цифровых решений в агропромышленном комплексе

UDC 681.5

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED PREDICTIVE ANALYTICS FOR OPTIMIZING THE FEEDING RATIONS OF FARM ANIMALS

Safin Marat Abdulbarievich
Cand.Tech.Sci., associate professor
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Saitakov Ruslan Maratovich
Student
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

The article examines modern approaches to the application of predictive analytics based on artificial intelligence for optimizing the feed ration of farm animals. The purpose of the study is to analyze the current state of research in this field and to identify the prospects for using intelligent systems to improve the efficiency and sustainability of animal husbandry. The study employs a review analysis of recent domestic and international scientific publications. It is shown that the use of machine learning algorithms and big data makes it possible to accurately predict the nutritional needs of animals and promptly adjust the ration, which leads to reduced feed costs and improved productivity and animal health. Examples of the implementation of AI systems on farms are presented, demonstrating an increase in average daily weight gain and milk yield while simultaneously reducing feed overconsumption. It is noted that the integration of predictive models into decision support systems enables personalized feeding and strict control of feed quality. Predictive analytics also allows for the consideration of ecological aspects of feeding by reducing waste and emissions through more rational use of feed resources. The conclusion emphasizes the high relevance of this area and the necessity for further development of AI methods to address complex feeding tasks while considering economic and environmental factors. The practical significance of the work lies in the generalization of the experience of applying AI in animal feeding, which may serve as a foundation for the implementation of digital solutions in the agro-industrial complex

Ключевые слова: ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, КОРМОВОЙ РАЦИОН, ОПТИМИЗАЦИЯ КОРМЛЕНИЯ, ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ, ЖИВОТНОВОДСТВО

Keywords: PREDICTIVE ANALYTICS, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, MACHINE LEARNING, FEED RATION, FEEDING OPTIMIZATION, ANIMAL PRODUCTIVITY, ANIMAL HUSBANDRY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-213-024>

Введение. Рациональное кормление животных – ключевой фактор эффективности животноводства. От сбалансированности кормового рациона зависят продуктивность скота, его здоровье и качество получаемой продукции. Кормовые расходы составляют значительную часть (по некоторым оценкам, до 50-80 %) производственных затрат на ферме. Помимо экономического аспекта, система кормления влияет на экологическую устойчивость: производство и использование кормов сопряжено с существенными ресурсными затратами и выбросами в окружающую среду. Таким образом, оптимизация кормового рациона имеет решающее значение для повышения рентабельности и экологичности агропредприятий.

Традиционно составление рационов основывается на нормах потребности животных в питательных веществах и линейном программировании для минимизации стоимости кормовой смеси. Однако классические подходы часто не учитывают динамических изменений в состоянии животных и различия в качестве кормов, а также с трудом балансируют противоречивые цели (например, удешевление рациона vs. максимизация продуктивности или снижение эмиссии). В итоге, в практических условиях нередко наблюдаются либо перерасход дорогих компонентов, либо недостаток важных нутриентов, что отрицательно сказывается на показателях производства.

Современные информационные технологии открывают новые возможности для решения данных проблем. Предиктивная аналитика на основе искусственного интеллекта позволяет обрабатывать большие

<http://ej.kubagro.ru/2025/09/pdf/24.pdf>

массивы данных о животных, кормах и условиях содержания, чтобы находить скрытые зависимости и прогнозировать оптимальные решения. Системы на базе машинного обучения способны обучаться на эмпирических данных ферм (суточные привесы, поедаемость кормов, состав кормовых смесей, климатические параметры и др.) и выдавать рекомендации по корректировке рациона в режиме, близком к реальному времени. Подходы искусственного интеллекта уже успешно применяются в других отраслях сельского хозяйства (например, в прогнозировании урожаев, мониторинге здоровья растений), и их адаптация к задачам животноводства становится все более актуальной.

В свете вышесказанного использование предиктивной аналитики с элементами ИИ для оптимизации кормления сельскохозяйственных животных представляет собой востребованное направление, объединяющее знания зоотехнии, информатики и математического моделирования. Далее в статье рассматривается состояние исследований в данной сфере, описываются цели и методы проведенного обзора, приводятся основные результаты анализа и делаются выводы о перспективах развития этого направления.

Состояние исследований и актуальность проблемы. В последние годы отмечается рост интереса к использованию методов искусственного интеллекта для решения задач кормления животных. Традиционно оптимизация рационов осуществлялась средствами математического программирования, прежде всего с целью минимизации стоимости кормов при выполнении норм питательных веществ. Однако такой подход имеет ограничения: он не учитывает в полной мере влияние рациона на другие важные критерии (экологичность, здоровье животных) и слабо приспособлен к многокритериальному характеру современных требований. Исследователи указывают на необходимость одновременного учета нескольких (иногда противоречивых) целей – от экономических до

экологических – при составлении кормовых смесей. В литературе уже появляются работы, посвящённые многоцелевой оптимизации кормления с использованием эволюционных алгоритмов и анализа больших данных, что позволяет находить компромиссы между себестоимостью рациона, питательной полноценностью и снижением негативного влияния на окружающую среду. Например, в зарубежном обзоре отмечается, что применение систем ИИ позволяет оптимизировать состав кормов с пользой для здоровья животных и окружающей среды.

Параллельно развивается направление предиктивного моделирования результатов откорма. Исследования показывают, что с помощью нейросетевых и статистических моделей можно предсказывать привесы, коэффициент конверсии корма, переваримость питательных веществ и другие показатели продуктивности. Такие прогнозы позволяют выявлять потенциальные проблемы (низкая эффективность усвоения корма, отклонения в динамике роста) на ранних этапах и своевременно корректировать рацион, предотвращая снижение продуктивности.

Также ведутся разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решений в области кормления. Такие системы интегрируют данные с фермы (о поголовье, кормах, условиях содержания) с прогнозными моделями и могут автоматически рекомендовать изменения рациона при изменении условий. К примеру, в России внедрена ИИ-система для молочных ферм, которая в режиме реального времени мониторит процесс кормления, рассчитывает стоимость рациона на единицу продукции и оптимизирует режим раздачи кормов. По свидетельствам практиков, использование такой системы позволило снизить перерасход кормов и примерно на 10-15 % сократить затраты на кормление стада за счет более точного дозирования и устранения человеческого фактора.

Отечественные научные работы также подтверждают эффективность новых подходов. В недавней работе белорусских ученых показано, что с помощью современного ИИ-ассистента (программы GitHub Copilot) можно за считанные секунды решить задачу составления комбикорма заданного состава, просто сформулировав ее на естественном языке. Авторы отмечают высокую скорость такого подхода (генерация и выполнение программного кода занимают считанные секунды) и делают вывод о перспективности его применения для более сложных задач оптимизации рационов. Этот пример иллюстрирует потенциал ИИ не только в точности расчётов, но и в упрощении внедрения оптимизационных моделей на практике за счет использования понятных пользователю интерфейсов.

Таким образом, анализ литературы свидетельствует о высокой актуальности проблемы оптимизации кормовых рационов с помощью ИИ. Растущие экономические и экологические требования диктуют необходимость поиска новых решений, и технологическая база (большие данные, облачные вычисления, алгоритмы ML) уже позволяет внедрять интеллектуальные системы в животноводстве. Тем не менее, остаются препятствия: необходимы качественные данные с ферм, междисциплинарные компетенции специалистов, а также доказательная база экономической эффективности внедрения. Дальнейшие исследования должны быть направлены на преодоление этих барьеров и разработку методов интеграции предиктивной аналитики в практику кормления животных [1].

Цель исследований. Целью работы является провести обзор современных достижений в применении предиктивной аналитики на основе искусственного интеллекта для оптимизации кормового рациона сельскохозяйственных животных, выявить актуальные проблемы и определить перспективы дальнейшего развития данного направления.

Материалы и методы исследований. Исследование выполнено в формате обзорной работы. В качестве материалов использованы литературные источники, отражающие мировые и отечественные исследования по заданной тематике. Выполнен поиск публикаций в научных базах данных (Google Scholar, eLIBRARY и др.) с использованием ключевых слов по теме применения искусственного интеллекта и предиктивной аналитики в кормлении животных. Основное внимание уделено работам последних лет (2018–2025), включая статьи в рецензируемых научных журналах, материалы конференций и аналитические обзоры. Применены общенаучные методы: анализ и синтез информации из литературных источников, сравнительный подход для сопоставления различных методик, а также обобщение полученных данных. Такой подход позволил систематизировать текущие знания по проблеме и выделить наиболее существенные достижения и оставшиеся нерешённые вопросы в области применения ИИ для оптимизации кормовых рационов.

Результаты исследований. В результате проведённого обзора установлено, что применение методов искусственного интеллекта открывает принципиально новые возможности для оптимизации кормовых рационов сельскохозяйственных животных. Алгоритмы машинного обучения позволяют учитывать одновременно множество факторов – от биологических особенностей животных до экономических параметров кормов, – обеспечивая тем самым более точный и сбалансированный подбор рационов по сравнению с традиционными методиками. Такой подход позволяет не только минимизировать себестоимость кормовой смеси, но и повышать её биологическую ценность, что выражается в улучшении здоровья и продуктивности поголовья. Практические примеры внедрения интеллектуальных систем кормления демонстрируют ощутимые эффекты: фиксируется увеличение среднесуточных привесов, рост

молочной продуктивности и одновременное сокращение перерасхода кормов. За счёт более точного дозирования и возможности адаптации рациона в реальном времени затраты на кормление снижаются, по отдельным оценкам, на 10-15 %, что подтверждает высокую экономическую значимость данных технологий. Важным преимуществом предиктивной аналитики является повышение прозрачности и управляемости процессов: постоянный мониторинг данных о потреблении кормов и состоянии животных даёт возможность выявлять отклонения на ранних стадиях, прогнозировать развитие проблем и своевременно корректировать рацион, предотвращая потери продуктивности и заболевания. В то же время обзор выявил и определённые ограничения, препятствующие широкому распространению технологий искусственного интеллекта в животноводстве. Среди них – необходимость сбора качественных и репрезентативных данных, высокая зависимость от уровня цифровизации хозяйств, а также недостаток доступных и интуитивно понятных пользователю интерфейсов. Кроме того, требуется накопление доказательной базы, подтверждающей экономическую эффективность внедрения интеллектуальных систем кормления в различных условиях производства. Всё это определяет перспективные направления дальнейших исследований, среди которых ключевыми являются разработка адаптивных моделей, интеграция ИИ в существующие системы управления фермерскими хозяйствами и оценка комплексного влияния таких технологий не только на экономику, но и на экологическую устойчивость животноводства.

Выводы. Применение предиктивной аналитики на основе искусственного интеллекта обладает значительным потенциалом для оптимизации кормовых рационов сельскохозяйственных животных. Результаты обзора показывают, что использование интеллектуальных алгоритмов позволяет повысить эффективность кормления: снизить

экономические затраты, улучшить продуктивность и здоровье поголовья, а также учесть экологические аспекты ведения животноводства. Внедрение таких систем преобразует процесс кормления из преимущественно реактивного в проактивный, когда решения принимаются на основе прогнозов и глубокого анализа данных. Это дает возможность фермерам более точно и гибко управлять кормовыми ресурсами, адаптируясь к изменениям в потребностях животных и внешних условиях.

В то же время, для широкого распространения технологий ИИ в кормлении необходимо преодолеть определенные трудности. Требуется накапливать качественные данные и опыт практического применения, обучать специалистов работе с новыми инструментами, доказательно демонстрировать окупаемость инвестиций в цифровые решения. Тем не менее, очевидно, что цифровизация и ИИ будут играть все большую роль в агропромышленном комплексе. Развитие предиктивных моделей кормления станет одним из ключевых направлений повышения конкурентоспособности и устойчивости животноводческих предприятий.

Библиографический список

1. Akintan O., Gebremedhin K.G., Uyeh D.D. Animal Feed Formulation—Connecting Technologies to Build a Resilient and Sustainable System // *Animals*. 2024. 14(10). 1497. DOI: 10.3390/ani14101497. URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/14/10/1497>

References

1. Akintan O., Gebremedhin K.G., Uyeh D.D. Animal Feed Formulation—Connecting Technologies to Build a Resilient and Sustainable System // *Animals*. 2024. 14(10). 1497. DOI: 10.3390/ani14101497. URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/14/10/1497>