



УТВЕРЖДАЮ

Директор по научной работе
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет»,
доктор технических наук, профессор
Д.Ю. Муромцев

09 _____ 2024 г.

ОТЗЫВ

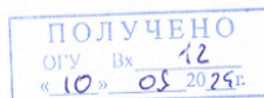
ведущей организации
на диссертационную работу Акимова Сергея Сергеевича на тему «Метод и алгоритмы поддержки принятия решений на основе цифрового двойника биотехнической системы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Актуальность темы диссертации.

Исследование вопросов управления биотехнической системой, проводимое в диссертационной работе Акимовым Сергеем Сергеевичем, связано с задачами разработки системы поддержки принятия решений на основе цифрового двойника биотехнической системы, в рамках которой в качестве биотехнической системы рассматривается молочное животноводство и осуществляется управление микроэлементным составом животных для получения их максимальной производительности. Данное направление является приоритетным для России, ввиду положения о продовольственной безопасности страны.

Развитие данных систем существенно сдерживается отсутствием глубокого изучения биотехнической системы как объекта управления. Одной из причин снижения производительности животных является степень нагруженности метаболизма, для анализа которого применяется оценка микроэлементного статуса животного, основанная на корреляционно-регрессионном анализе. Аппарат корреляционно-регрессионного анализа не учитывает динамику связей между микроэлементами, что снижает точность оценивания. Решением является разработка математических моделей для расчета необходимой концентрации элементов путем формирования рациона питания, а также программная реализация таких моделей в виде системы поддержки принятия решений.

Поэтому диссертационное исследование, связанное с разработкой системы поддержки принятия решений для управления эффективностью функционирования биотехнической системы, является актуальным и имеет важное значение для экономики страны.



Структура и содержание диссертации.

Диссертация Акимова С.С. состоит из введения, четырех глав, заключения и приложения. Работа изложена на 134 страницах машинописного текста, включая 48 рисунков, 3 таблицы и список литературы из 127 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, дана характеристика степени изученности проблемы, определены цель, задачи, объект, предмет; сформулированы положения, выносимые на защиту; отражена научная новизна и практическая значимости полученных результатов.

В первой главе проведено исследование в области повышения эффективности функционирования биотехнических систем, включающее в себя анализ методов и информационных технологий в данной области, а также проведен системный анализ процесса создания цифрового двойника биотехнической системы.

Во второй главе рассмотрены методы анализа связей для реализации системы поддержки принятия решений в области эффективного функционирования биотехнической системы, а также выполнены обзоры различных методов для обеспечения проведения исследования и разработана концептуальная модель принятия решения для цифрового двойника биотехнической системы.

В третьей главе разработана математическая модель оценки продуктивности, а также метод и алгоритмы оценки динамики межэлементных связей микроэлементов в цифровом двойнике биотехнической системы, включающие набор статистических методов анализа и разработку прототипа системы поддержки принятия решений.

В четвертой главе оценена эффективность разработанной системы поддержки принятия решений.

В заключении представлены результаты и выводы по работе.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации, в котором изложены все полученные научные результаты, выносимые на защиту, представлены научная новизна и практическая значимость диссертационного исследования. Материал диссертации изложен на достаточно высоком научном уровне, сохраняется целостность и последовательность решения поставленных задач.

По теме диссертации опубликовано 20 работ, из них 4 в рецензируемых печатных изданиях, утвержденных ВАК России, 5 в издании Scopus и WoS, 1 монография, получены 2 свидетельства о регистрации прикладной программы, получено 3 акта о внедрении результатов работы.

Научная новизна и достоверность результатов диссертационной работы.

Исследования, выполненные в диссертации, направлены на решение конкретных задач, связанных управлением биотехнической системой, и сводятся к следующему:

- разработана концептуальная модель цифрового двойника биотехнической системы, отличающаяся стохастическим описанием поведения микроэлементного статуса.

- разработанная математическая модель эффективности функционирования биотехнической системы отличается от известных тем, что ее основу составляет учет динамики взаимных связей между элементами, который обеспечивает прогнозирование их изменения, позволяет оценить трансформацию нагруженности метаболизма и степень продуктивности молочного производства.

- разработанные метод и алгоритмы оценивания динамики межэлементного взаимодействия в своей основе содержат оценку взаимных связей посредством корреляционных плеяд с постоянно изменяющийся силой взаимодействия между элементами, отличающиеся от других тем, что указанные изменения силы связи меняют отображение плеяды, позволяя фиксировать динамику изменения самих связей и с применением логико-вероятностных методов осуществлять их коррекцию.

Обоснованность и достоверность полученных результатов обеспечивается корректным применением апробированных методов и средств, подтверждается использованием математического аппарата, согласованностью полученных экспериментальных результатов с известными теоретическими положениями, актами внедрения в реальное производство.

Практическая ценность диссертационной работы и использование ее результатов.

Практическая ценность диссертационной работы, определяется тем, что система поддержки принятия решений в области управления биотехнической системой может быть использована в деятельности любых фермерских хозяйств, при наличии возможности оценивать и корректировать микроэлементный статус биологического организма. Эффективность разработки подтверждена улучшением производительности группы животных из четырех молочных хозяйств – прирост удоев в экспериментальной группе уже через три месяца составил 22,4% по сравнению с количеством удоев до эксперимента.

Значимость и актуальность полученных результатов подтверждены свидетельствами Роспатента о государственной регистрации программ для ЭВМ и актами о внедрении в производство и в учебный процесс.

Обоснованность выводов по работе.

Диссертация содержит четыре основных результата работы, правильность и обоснованность которых подтверждена в исследовании и не вызывает сомнений, а именно:

- разработана концептуальную модель принятия решения на основе цифрового двойника биотехнической системы, представляющая собой поэтапные действия, подкрепленные соответствующими данными и математическим аппаратом, выполняемые путем изменения концентрации

элементов, приводящего к оптимальному состоянию микроэлементного статуса.

- разработана математическая модель эффективности функционирования биотехнической системы, основанная на нагруженности метаболизма, а также взаимном влиянии микроэлементов и межэлементных связей, которая позволяет учесть динамику изменения корреляционных связей и за счет этого оценивать эффективность функционирования биотехнической системы.

- разработан метод и алгоритмы оценки динамики межэлементных связей, основанные на оценке изменения микроэлементного состава, дающие возможность спрогнозировать динамику микроэлементов и на основе этого рассчитать необходимую концентрацию добавок.

- реализован прототип системы поддержки принятия решений для управления эффективностью функционирования биотехнической системы, основанный на построенных ранее модели биотехнической системы и методе оценки динамики межэлементных связей, и позволяющая увеличивать продуктивность производства молока в молочных хозяйствах.

Апробация работы.

Основные положения диссертации обсуждены и получили апробацию в статьях и выступлениях на международных и всероссийских научных конференциях: российская научно-практическая конференция с международным участием «Фундаментальные основы технологического развития сельского хозяйства» (24-25 октября 2019, Оренбург); IOP Conference Series: Earth and Environmental Science «The proceedings of the conference AgroCON-2019» (18-19 April 2019, Kurgan); Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Modern Management Trends and the Digital Economy: from Regional Development to Global Economic Growth» (MTDE 2020) «Advances in Economics, Business and Management Research» (16-17 April 2020, Yekaterinburg); XI международная научная конференция «Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности» (29-30 ноября 2021, Казань); IOP Conference Series: Earth and Environmental Science «International Conference on World Technological Trends in Agribusiness» (04-05 July 2021, Omsk); Международная научно-практическая конференция «Современные исследования и инновации в науке и технике» (2 декабря 2021, Москва); XII Международная научно-практическая конференция «Современные стратегии и цифровые трансформации устойчивого развития общества, образования и науки» (06 октября 2023 года, Москва), X Всероссийская конференция «Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии» (18-19 ноября 2021, Оренбург); Всероссийская научно-методическая конференция (с международным участием) «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры» (26-27 января 2022 и 2023, Оренбург).

Замечания по диссертационной работе.

1. В работе рассматривается система поддержки принятия решений на основе цифрового двойника биотехнической системы, однако применение цифрового двойника ничем не обосновано.

2. В исследовании приведены формулы (3.5) и (3.16), являющиеся целевыми функциями. Однако итоговая модель (3.18) целевой функцией не является.

3. Непонятно, каким образом с набором предложенных методов взаимодействует метод анализа иерархий, поскольку он является экспертным инструментом системного подхода к сложным проблемам принятия решений.

4. Некоторые рисунки (например, 1.3-1.6, 2.5, 3.4, 3.5, 3.10, 3.12) выполнены слишком мелко и плохо читаются.

5. Введён глобальный критерий – надои, который максимизируется. В то же время, в работе описывается метод анализа иерархий для оптимизации по нескольким локальным критериям - разностями между заданным и полученным значением количества микроэлементов. При этом строгая математическая постановка многокритериальной задачи не проработана.

6. Математические обозначения добавок отсутствуют.

7. Разность между заданным и полученным значением количества микроэлементов почему-то зависит не от варьируемых переменных, а от глобального критерия – надоев.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Рекомендации по применению результатов

Результаты диссертационной работы Акимова Сергея Сергеевича применимы на ООО «Агрофирма Жупиков», Тамбовская область, а также в учебной и научной работе Тамбовского государственного технического университета и Оренбургского государственного университета.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Представленная на отзыв диссертация Акимова Сергея Сергеевича на тему «Метод и алгоритмы поддержки принятия решений на основе цифрового двойника биотехнической системы» является самостоятельной законченной научной-квалификационной работой, которая содержит научно-технические и технологические решения в области поддержки принятия решений на основе цифрового двойника биотехнической системы, внедрение которых, имеет важное хозяйственное значение и вносит значительный вклад в развитие экономики страны.

По своей научной и практической ценности она полностью соответствует требованиям пп. 9-11,13,14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842 «О порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Автор диссертационной работы Акимов Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Диссертационная работа и отзыв обсуждены на расширенном заседании кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (протокол № 10 от 02.09.2024 г.).

Заведующий кафедрой «Системы автоматизированной поддержки принятия решений»
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»
канд. техн. наук, доцент

Ирина Львовна Коробова

Профессор кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений»
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»
доктор. техн. наук, профессор

Юрий Владимирович Литовка

Секретарь

О.А.Кузнецова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», 392000, Тамбовская область, г. Тамбов, ул. Советская, д.106/5, помещение 2,
телефон: +7 (4752) 63-10-19;
e-mail: tstu@admin.tstu.ru

Подпись И.Л. Коробовой заверяю:

Подпись Ю.В. Литовки заверяю:

