

На правах рукописи

Цагареишвили Марк Робертович

**АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ФУНКЦИЙ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И ЕГО ЦИФРОВИЗАЦИЯ**

4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология
и токсикология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата ветеринарных наук

Саратов 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

Научный руководитель:

Калюжный Иван Исаевич,
доктор ветеринарных наук, профессор

Официальные оппоненты:

Шкуратова Ирина Алексеевна
доктор ветеринарных наук, профессор,
член-корреспондент РАН ФГБНУ
«Уральский федеральный аграрный
научно-исследовательский центр УрО
РАН», «Уральский научно-
исследовательский ветеринарный
институт», главный научный сотрудник
отдела экологии и незаразной
патологии, г. Екатеринбург

Гертман Александр Михайлович
доктор ветеринарных наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ»,
профессор кафедры незаразных
болезней имени профессора Кабыша
А.А., г. Троицк

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж.

Защита диссертации состоится «__» июня 2025 года на заседании диссертационного совета 35.2.035.02 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410005, г. Саратов, ул. Соколова, 335, УК № 3, диссертационный зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Вавиловский университет и на сайте <https://www.vavilovsar.ru>.

Отзывы направлять ученому секретарю диссертационного совета по адресу: 410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3
ФГБОУ ВО Вавиловский университет; e-mail: vetdust@mail.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 2025 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

Егунова Алла Владимировна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. По различным данным болезни органов пищеварения у животных составляют от 28,6 до 60,9% от общего числа незаразных патологий и занимают первое место среди всех болезней незаразной этиологии (М.В. Герасимова, Е.В. Курятова, 2017; И.Н. Жданова, 2019; А.А. Белко, Г.Э. Дремач, М.С. Мацинович, 2022; И.С. Коба, Ю.И. Барсуков, 2024). Современное развитие ветеринарной диагностики не может игнорировать всё возрастающее распространение процесса цифровизации, поэтому дальнейшее развитие ветеринарии невозможно представить без интеграции в неё цифровых подходов и программных решений (С.Б. Огнивцев, 2019; С.А. Бурда, 2022). Для этого требуется разработка специфического, доступного для программной обработки, протокола обследования животных, а также совершенствование диагностического алгоритма раннего выявления заболеваний для их своевременного обнаружения и лечения (Г.Б. Загоруйко, 2019; Д.В. Гринченков, И.В. Романенко, 2023).

Сведения о здоровье животных составляют большой объем данных, в хозяйствах, в которых поголовье составляет более тысячи животных. В связи с этим, информационные, или цифровые технологии, играют решающую роль в оптимизации процесса сбора, хранения и дальнейшей аналитической обработки данных, содержащих информацию о состоянии каждого животного. Современным решением данной проблемы является применение автоматизированных систем для сбора информации для того, чтобы ветеринарный специалист интерпретировал полученную информацию и использовал их для оценки здоровья животного. Проведя утренний обход силами младших специалистов, можно получить, в удобной для хранения форме, сведения о выявленных животных с отклоняющимися показателями здоровья – которые далее передаются главному ветеринарному врачу для оперативного проведения дообследования и коррекции физиологического статуса животного. Подобный подход отражён в идеях организации физиологического мониторинга и создания актуализируемого паспорта здоровья животного. Таким образом, разработка диагностического алгоритма для оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота и его дальнейшая цифровизация – является новым и актуальным подходом в ветеринарной медицине крупных продуктивных животных.

Степень разработанности темы. Исследованием клинической гастроэнтерологии сельскохозяйственных животных занимались многие отечественные учёные: Калужный И.И. (1981-2025), Коробов А.В. (1975-2011), Шкуратова И.А. (1985-2024), Яшин А.В. (1958-2025), Гертман А.М. (1996-2025), Щербаков Г.Г. (1969-2020), Баринев Н.Д. (2006-2019), а также зарубежные исследователи Constable P.D. (1992- 2024) U. Braun (1999-2023), W. Grünberg (2005- 2017), M. Hilbe (2020- 2024). Разработку подходов для цифровизации ветеринарной деятельности в свою очередь проводили

отечественные: (Черепанов, Г. Г. (2014-2022), Михальский А.И. (2018-2019), Новосельцева Ж. А. и Новосельцев В.Н, (2018-2019), Панферов Н. С. (2019-2020), Довлатов И.М. (2022-2024), Хабибуллин Р.М. (2020-2024), Торжков Н.И. (2015-2019), Нигматьянов А.А., (2019-2020), Акимов С. С. (2020-2023), Смоленцев С.С. (2022-2024), Гринченков, Д. В. и Романенко И.В. (2023) и зарубежные исследователи: А. Rosati (2011-2024), S. Fuentes (2018-2022), Rotimi-Williams Bello (2021-2023), Abdullah Talib (2021-2023), R. Spoliansky (2016-2022), Neethirajan S.N. (2007-2024), Umstätter C. (2023-2024). Разработкой практических решений для ветеринарной диагностики занимались доктора экономических наук Лукьянов Б.В. (1996-2021) и Лукьянов П.Б. (1996-2024), однако дальнейшее изучение данной темы требовало более глубокого рассмотрения её с точки зрения фундаментальных и прикладных аспектов ветеринарной нозологии, патологии, а также клинической ветеринарной диагностики.

Цель и задачи исследований. Целью исследований явилась разработка алгоритма оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота, который позволит более эффективно проводить диагностику наиболее распространённых заболеваний пищеварительного тракта, благодаря использованию экспресс-методов и цифровизации процесса сбора, хранения и обработки данных.

В связи с этим решались следующие задачи:

1. Провести исследования по определению распространённости патологий органов пищеварения и нарушений метаболизма у крупного рогатого скота;

2. Разработать протокол оценки функций органов пищеварения, нацеленный на выявление развития наиболее распространённых болезней данного отдела;

3. Провести оценку итерационной версии протокола исследования функций органов пищеварения в условиях животноводческого хозяйства;

4. На основании созданного протокола разработать систему оценки результатов исследований по нозологическим формам болезней органов пищеварения для разработки диагностического алгоритма раннего выявления заболеваний;

5. Провести оценку диагностической точности полученного метода;

6. Разработать методику интеграции созданного диагностического алгоритма в мобильное приложение по учёту больных животных;

7. Изучить экономическую эффективность разработанного подхода к исследованию пищеварительных функций коров в животноводческих хозяйствах.

Объект исследований. Крупный рогатый скот молочного направления продуктивности Саратовской области в количестве 90 голов в возрасте 2-5 лет и молочной продуктивностью от 4,5 тыс. до 12,09 тыс. кг молока за 305 дней лактации.

Предмет исследований. Алгоритм оценки функций органов пищеварения, ускоряющий выявление распространённых заболеваний и доступный для цифровизации.

Научная новизна исследований. Разработан диагностический алгоритм ранней диагностики патологий органов пищеварения, основанный на скрининговом подходе, использовании экспресс-методов и цифровизации. Впервые в ветеринарной практике разработана система оценки выраженности симптомов заболеваний, адаптированная для мобильного приложения. Подана заявка на свидетельство о регистрации программы для ЭВМ номер ЕА-149288 «Диагностика и учет больных животных». Получены данные по исследованию здоровья крупного рогатого скота в условиях интенсивного производства молока, которые позволят массово проводить обследования в хозяйствах и, следовательно, быстрее выявлять животных с отклонениями в показателях здоровья.

Теоретическая и практическая значимость работы. Множество современных исследований в области незаразных болезней крупного рогатого скота являются узкопрофильными и направлены на уточнение данных о влиянии определенного фактора или развитии одного конкретного заболевания. Данная тенденция приводит как к разнообразию сведений о диагностике, так и к неопределенности и невозможности выработать общий подход для диагностики незаразных болезней и цифровизации ветеринарной диагностики. Прделанная работа синтезирует знания о заболеваниях органов пищеварения и их диагностике, на основании собственных исследований представляет универсальный диагностический алгоритм оценки органов пищеварения крупного рогатого скота, доступный для интеграции в различное программное обеспечение. На основании алгоритма создана матрица распределения признаков, которая решает проблему разобщенности сведений по клиническим проявлениям различных заболеваний – так как на каждый необходимый параметр для диагностики предоставляется вариант ответа, совокупность которых затем классифицируется в соответствии с характеристиками различных заболеваний, формируя полный перечень признаков выбранных болезней. Созданный таким образом подход может использоваться для дальнейшего совершенствования диагностики заболеваний животных. Разработанный диагностический алгоритм обследования животных является научно достоверным и может использоваться повсеместно в молочном животноводстве. Такой общедоступный подход является решением общественно-полезной задачи по сохранению здоровья высокопродуктивных стад.

Результаты диссертационных исследований внедрены в практическую деятельность ветеринарных специалистов АО «ПЗ «Мелиоратор», УНПО «Муммовское», АО «ПЗ «Трудовой», а также используются в учебном процессе ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, ФГБОУ

ВО Алтайский ГАУ, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГУВМ, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ.

Методология и методы исследований. Методологический подход основан на клинико-физиологическом обосновании совершенствования методов диагностики нарушений функций органов пищеварения крупного рогатого скота при интенсивном производстве молока с использованием технологий программного обеспечения для организации сбора, обработки и хранения данных о результатах обследования животных. Методы исследований включают различные клинические и экспресс методы, а также лабораторную диагностику. Разработка алгоритма и интеграция его в приложение включала кластерный и алгоритмический анализ, методы программной обработки данных.

Положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Протокол оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота, содержащий в себе варианты исследуемых признаков, позволяющий выявить наиболее распространённые болезни органов пищеварения;
2. Матрица распределения симптомов и результатов исследуемых признаков по нозологическим формам болезней органов пищеварения;
3. Диагностически достоверный алгоритм оценки функций органов пищеварения, основанный на скрининговом подходе, использовании экспресс-методов и цифровизации;
4. Новый методологический подход разработки систем поддержки принятия решений процесса ветеринарной диагностики;
5. Концепция и основной алгоритм работы мобильного приложения для ветеринарной диагностики в животноводческих хозяйствах;
6. Экономическая эффективность разработанного метода.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные положения, заключение, а также практические предложения, представленные в диссертационной работе, отвечают цели и задачам исследования, логически вытекают из предоставленного материала, научно обоснованы и аргументированы. Достоверность и эффективность предложенного метода доказана исследованиями в условиях различных хозяйств, полученные результаты статистически обработаны.

Основные материалы диссертации доложены и всесторонне обсуждены на национальной научно-практической конференции «Теория и практика инновационных технологий в АПК» (Воронеж, 2023); международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы цифровизации агропромышленного комплекса» (Саратов, 2023); национальной научно-практической конференции, посвященной юбилею доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Сулейманова Сулеймана Мухитдиновича (Воронеж, 2024); III всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Саратов, 2024); всероссийской агропромышленной выставке «Золотая

осень» (Москва, 2024); IV международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых с применением дистанционных технологий (Пенза, 2024); IV всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Саратов, 2025); IV международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства» (Брянск, 2025).

Публикация результатов исследования. По теме диссертационной работы опубликовано 9 научных работ, в том числе 4 статьи в журналах, рецензируемых перечнем ВАК РФ. Общий объем публикаций 3,1 п.л., из которых 2,8 п.л. принадлежат лично соискателю.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 183 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов собственных исследований и их обсуждения, заключения. Список использованной литературы включает 210 источников, в том числе 173 отечественных и 37 зарубежных. Работа включает 10 рисунков, 25 таблиц и 11 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2.1. Материалы исследований

Научно-исследовательская работа велась в 2022–2025 гг. на кафедре «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза» ФГБОУ ВО Вавилонского университета, в племязаводах АО «ПЗ «Мелиоратор» и АО «ПЗ «Трудовой» Марксовского района, УНПО «Муммовское» Аткарского района Саратовской области.

Исследования проведены на крупном рогатом скоте молочного направления продуктивности Саратовской области в количестве 90 голов в возрасте 2-5 лет и молочной продуктивностью от 4,5 тыс. до 12,09 тыс. кг молока за 305 дней лактации. Результаты клинических и лабораторных исследований регистрировали в журнале научных исследований. Работа разделена на 7 этапов в соответствии с поставленными задачами (рис. 1).

На первом этапе опытов проводили исследования распространенности заболеваний органов пищеварения в АО «ПЗ «Мелиоратор» на основании данных о выбраковке животных. Задачи первого этапа заключались в том, что необходимо было определить наиболее распространенные заболевания пищеварительной системы и выявить патологии, особенность диагностики которых требует более детального изучения.

На втором этапе опытов проводилась разработка протокола оценки функций органов пищеварения на основании клинико-физиологического подхода и анализа существующих протоколов.

Третий этап включал тестирование разработанного протокола в производственных условиях УНПО «Муммовское» и соответствующую доработку. В результате работы над третьим этапом работы был дополнительно создан протокол экспресс-оценки состояния здоровья

животных для проведения регулярного физиологического мониторинга. В результате данный этап включает исследование 30 голов животных: 15 голов – полным протоколом обследования функций органов пищеварения, 15 голов – протоколом экспресс-оценки.



Рисунок 1 – Модель эксперимента диссертационной работы

Четвёртый этап опытов включал создание матрицы распределения ответов по разработанному протоколу в зависимости от диагностируемой нозологической формы на основании собственных исследований на базе УНПО «Муммовское», которое включало исследование 30 голов животных, а также дополнялось литературными данными о клинических проявлениях болезней и научными изысканиями кафедры «Болезни животных и ВСЭ» ФГБОУ ВО Вавиловского университета.

На пятом этапе опыта проводили оценку диагностической точности полученного диагностического алгоритма в условиях хозяйства АО «ПЗ «Трудовой». Обследовали 30 голов животных и производили расчёт доли выявленных животных с нарушениями функций пищеварения с помощью разработанного протокола от общего количества выявленных животных при полном клиническом и лабораторном обследовании.

Шестой этап работы состоял из разработки логики и основного алгоритма приложения, включающего протокол экспресс-оценки здоровья животного и протокол оценки функций органов пищеварения, а также создания системы программной оценки вводимых данных пользователем – расчёта степени выраженности симптомов заболеваний.

На седьмом этапе производили оценку экономической эффективности разработанного метода оценки пищеварительных функций коров с использованием цифровизации и экспресс-методов.

2.2. Методы исследований ***Клинические исследования***

Клинические исследования включали визуальную оценку и физикальные методы: пальпация, перкуссия, аускультация. Состояние пищеварительной системы оценивали по результатам исследований: аппетита, приема корма и питья, жвачки; ротовой полости, глотки и пищевода, живота, желудка и кишечника; акта дефекации и фекалий; печени. Клинические исследования проводили согласно принятой и широко используемой методики в ветеринарной практике. Результаты исследований регистрировали в истории болезни исследуемого животного.

Экспресс-диагностика

Диагностика экспресс-методами проводилась с применением тест-полосок и специального оборудования. В крови определяли глюкозу с помощью аппарата «YiLianKang Pet PM800 Monitoring System» производства e-LinkCare Meditech Co., Китай (2024 г.), и кетоновые тела с помощью аппарата «YiLianKang Pet PM900B Blood Ketone Monitoring System» производства e-LinkCare Meditech Co., Китай, (2022 г.). Проводили качественное и полуколичественное определение крови/гемоглобина, кетоновых тел, белка, нитритов, билирубина, уробилиногена, глюкозы, pH, относительной плотности, лейкоцитов и аскорбиновой кислоты в моче с помощью визуальных тест-полосок для животных «УриВет-11» производства ООО «Биосенсор АН», Россия (2024 г.). В слюне определяли pH с помощью индикаторной бумаги pH 0-12 производства ООО «ЭКРОСХИМ», Россия, (2024 г.). При исследовании фекалий оценивали консистенцию, цвет, запах и примеси, определяли pH с помощью индикаторной бумаги pH 0-12 производства ООО «ЭКРОСХИМ», Россия, (2024 г.), Переваримость корма оценивали путём разминания свежего навоза (Мороз М. Т., Захаров В. В., Саморуков В. И., 2023) по следующему распределению: 1 – навоз блестит, однороден, похож на кремообразную эмульсию, непереваренные частицы не ощущаются и невидны (вариант нормы для дойных коров); 2 – навоз блестит, однородный и гладкий, видно или чувствуется на ощупь небольшое количество непереваренных частиц; 3 – навоз выглядит немного матовым и неоднороден наощупь, если сжать руку в кулак и снова раскрыть, к пальцам прилипают фрагменты непереваренных волокон; 4 – навоз матовый, содержит некоторое количество грубых непереваренных частиц корма, если сжать руку в кулак и снова раскрыть, в ней остается шарик из непереваренного корма; 5 – навоз матовый, ощущаются грубые частицы корма, непереваренные компоненты четко распознаются.

Лабораторная диагностика

Лабораторная диагностика включала общий и биохимический анализ крови исследуемых животных, лабораторное исследование мочи и кала. Исследования проводились стандартными методами на кафедре «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова». Общий анализ крови (ОАК) проводили с помощью прибора MicroCC20vet, который позволял определить следующие параметры: гемоглобин, гематокрит, эритроциты, ширина распределения эритроцитов, лейкоциты, лимфоциты, гранулоциты, моноциты, средний объем эритроцита, тромбоциты, средний объем тромбоцита, тромбоциты, ширина распределения тромбоцитов. Биохимический анализ крови проводили с помощью прибора BichemSA, который позволял определить следующие параметры: билирубин общ., билирубин прямой, АСТ, АЛТ, белок, креатинин, мочевины, глюкоза, амилаза, щелочная фосфатаза.

Общий анализ мочи исследуемых животных проводили с помощью прибора CL-50 на следующие показатели: запах, цвет, прозрачность, консистенция, относительная плотность, кислотность (pH), лейкоциты авт. подсчет, белок глюкоза (сахар), уробилиноген, билирубин, кетоны, кровь, нитриты – физико-химические свойства; удельный вес и протеинурия – рефрактометрически, эпителий (плоский, цилиндрический, переходный, круглый), лейкоциты, эритроциты (неизмененные, измененные), цилиндры цилиндroids, кристаллы, бактериоскопия – микроскопия осадка.

Анализ кала проводили на следующие показатели: цвет, запах, консистенция (органолептический метод), показатель pH (с помощью индикаторной бумаги pH 0-12 производства ООО «ЭКРОСХИМ», 2024 г), переваримость корма по величине фракций (промывание с помощью сит стандартных размеров с диаметром отверстий 0,25; 1; 2; 3; 4; 5; 7; 10 мм). Консистенцию кала определяли по пятибальной шкале (Мороз М. Т., Захаров В. В., Саморуков В. И., 2023), где: 1 – это водянистые экскременты; 2 – полужидкие экскременты; 3 – умеренно плотные экскременты, формирующие лепешку в 2-3 см, при наступании на которую не остаётся отпечаток и навоз не прилипает к ботинку (физиологическая консистенция); 4 – плотные экскременты, при наступании прилипают к подошве и на лепешке остается отпечаток, 5 – экскременты в виде твердых шариков навоза.

Разработка программного обеспечения

Для анализа разработанного протокола использовался метод кластерного анализа, на основании которого составлялась матрица распределения вариантов ответов по диагностируемым нозологическим единицам для создания базы правил разработанного диагностического алгоритма. Разработка алгоритма приложения на основании последовательности действий протокола исследования проводилась методом блок-схем. Средами для разработки программного обеспечения послужили Java и Spring. Методология разработки

программного обеспечения включала алгоритмический анализ и нативное программирование – использование оригинальных языков и инструментов мобильной разработки.

Статистические исследования

Полученный материал результатов лабораторных исследований биологического материала от исследуемых животных статистически обрабатывался с помощью компьютерной программы «Microsoft Office Excel» 2019 года: производился расчёт среднеарифметической «М», а также стандартного отклонения «± SD».

СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Анализ распространенности заболеваний пищеварительной системы в условиях животноводческого предприятия

Исследование проводилось в 2023 году в животноводческом хозяйстве АО «ПЗ «Мелиоратор» Марковского района Саратовской области со средним надоем около 7,5 тыс. кг. молока за 305 дней лактации, численностью поголовья около 2 тыс. голов крупного рогатого скота красно-пёстрой породы. Данные были получены за период с 2018 по 2023 гг.

Выполнив расчёт доли заболеваний пищеварительной системы (в %) от всех причин выбраковки животных (рис. 2), можно отметить, что что выбраковка по болезням органов пищеварения и метаболического профиля в среднем составляет 36,8% от всех причин выбраковки, а в некоторые годы составляет до половины от всех случаев выбраковки животных в хозяйстве – 50,4%.

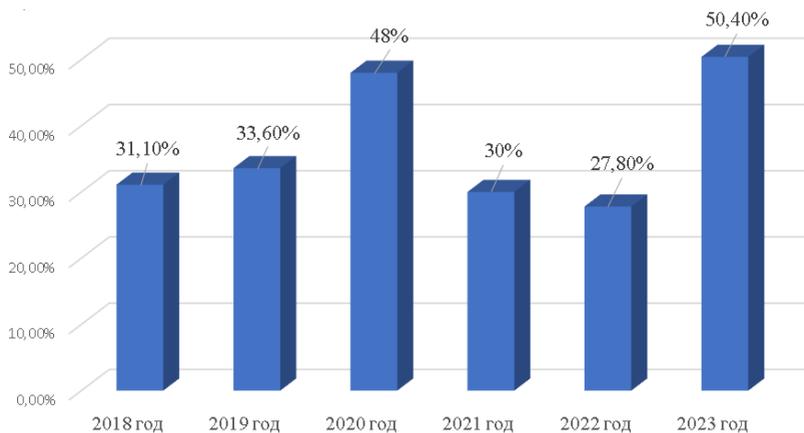


Рисунок 2 – Расчёт выбраковки по болезням органов пищеварения (% выбранных заболеваний от всех причин выбраковки) по гг. с 2018 по 2023 гг.

Наиболее распространёнными заболеваниями пищеварительной системы в данном хозяйстве являются болезни печени (рис. 3), что свидетельствует о нарушении баланса в потреблении энергии и

производстве продукции, что характерно для хозяйств с интенсивным производством молока. Следовательно, необходимо детальнее проработать вопрос полноценности и энергетической ценности рационов животных, а также провести обследование условий содержания для исключения дополнительных причин.

Структура заболеваемости за 2023 год

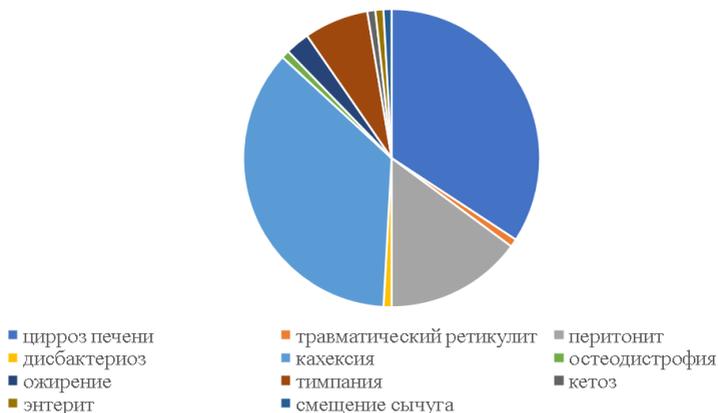


Рисунок 3 – Структура заболеваемости болезнями органов пищеварения

Исследование заболеваемости и планирование профилактических и диагностических мероприятий играют важную роль в обеспечении здоровья и благополучия поголовья крупного рогатого скота. Это позволяет не только предотвращать возможные заболевания, но и своевременно выявлять проблемы и принимать меры по их решению. Такой подход способствует улучшению качества жизни животных, повышению производственной эффективности и снижению экономических потерь для хозяйств.

Профилактика заболеваний пищеварительной системы остаётся важным элементом ветеринарной работы. Поэтому важно уделять должное внимание оценке состояния здоровья животных и разработке современных решений для сопровождения процесса диагностики и оценки функций органов пищеварения. Разработка и формализация алгоритма выявления патологий пищеварительного тракта должна учитывать массовость планируемых диагностических мероприятий, так как исследование ограниченной выборки животных не отвечает требованиям превентивной ветеринарной медицины и ранней диагностики патологий. Так, при внешне одинаковых условиях кормления и содержания у некоторых животных развиваются заболевания, а других животных – не развиваются. Для этого необходимо проводить регулярное обследование всего поголовья быстрым, но эффективным набором методов, разработка которого является целью настоящего исследования.

3.2. Разработка протокола оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота и систематизация физиологических и патологических результатов обследования

Порядок исследований в протоколе оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота определяется доступностью и необходимостью применения того или иного метода. Всего исследуется 60 показателей: обследование животного в рамках разработанного протокола начинается с оценки габитуса и общего состояния, далее последовательно изучаются органы пищеварения, начиная с ротовой полости и пищевода, далее животное поэтапно исследуется по всем отделам пищеварительного канала, заканчивая оценкой дефекации и фекалий, исследованием мочи и крови с помощью экспресс-методов.

Представленный протокол оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота учитывает скрининговый подход и необходимость использования экспресс-методов, а также разработан с учетом дальнейшей цифровизации. Данный протокол не использует весь возможный набор методов исследования пищеварительной системы животного, а предоставляет выборочный перечень методов и исследуемых мишеней, которые позволяют выявлять наиболее распространённые заболевания пищеварительной системы за более короткий промежуток времени, чем полное клиническое обследование, что позволяет ускорить выявление животных с отклоняющимися показателями здоровья в стаде и проводить дальнейшую работу с данной группой животных благодаря возможности регулярного обследования животных данным протоколом.

Особенностью разработанного протокола оценки функций органов пищеварения является порядок ответов, который разработан с учётом удобства для заполнения формы ветеринарным врачом. Это значит, что порядок ответов в протоколе подчиняется правилу «1-норма» для удобства работы с электронной версией протокола оценки функций органов пищеварения – не разворачивая список результатов при исследовании, можно проверить, что выставлена физиологическая норма, если она регистрируется.

3.3. Проведение исследований по разработанному протоколу оценки функций органов пищеварения и создание протокола экспресс-оценки здоровья животного

Исследование животных по разработанному протоколу оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота было протестировано на 15 головах крупного рогатого скота симментальской породы в условиях хозяйства УНПО «Муммовское» Аткарского района Саратовской области. Среднее время обследования на одну голову заняло 32 минуты, результаты тестирования фиксировали в журнале научных исследований. Применение электронной версии протокола в процессе исследования значительно облегчило фиксацию результатов, так как ручное

описание 60 показателей для 15 голов животных является трудоёмким процессом, но тем не менее при условии применения экспресс-методов, например исследования мочи с помощью тест-полосок для качественного и полуколичественного определения показателей (Таблица 1), данный способ является более быстрым подходом, чем написание классической истории болезни согласно правилам полного клинического обследования животных.

Таблица 1 – Результаты анализа мочи у исследуемой группы крупного рогатого скота по разработанному протоколу

Показатели	Вариант исследований															норма
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Лейкоциты	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1
Кровь/ гемоглобин	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1
Кетоновые тела	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	3	4	1	1	1
Белок	2	1	1	1	3	1	1	2	1	3	1	3	2	1	1	1
Нитриты	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Билирубин	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	3	1	1	1
Уробилиноген	2	1	1	1	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	1
Глюкоза	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Мочи pH	2	1	1	1	4	1	4	1	1	1	1	1	4	1	3	1
Относительная плотность	1	1	1	1	1	1	3	2	1	3	1	1	3	1	1	1
Аскорбиновая кислота	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

На основании проведенных исследований было принято решение о разработке дополнительного протокола экспресс-тестирования в рамках регулярного утреннего обхода дойного поголовья. Так как при плановом осмотре поголовья фиксируются различные признаки, они могут быть систематизированы, но при этом, необходимо учитывать нагрузку на ветеринарного специалиста и расчёт среднего времени, которое может быть потрачено на фиксацию симптомов при регулярном обходе, и рассматривать ограниченный перечень методов.

Разработанный протокол экспресс-оценки включает оценку 15 показателей: упитанность, способность к движению, состояние тонуса мышц, реакция на раздражители, волосяной покров, температура тела, пульс, количество дыхательных движений, аппетит, форма живота, рубцовые сокращения за 2 минуты, фекалии консистенция, реакция pH фекалий, дефекация, глюкоза крови. Разработанный протокол может использоваться для включения выявленных животных в группу для дообследования, в которой можно применять уже разработанный протокол для оценки функций органов пищеварения животных, а также и другие диагностические протоколы. Тестирование разработанного протокола экспресс-оценки провели также в условиях хозяйства УНПО «Муммовское», обследовав 15 голов животных, среднее время обследования на одну голову заняло 3 минуты.

3.4. Разработка матрицы распределения вариантов ответов из протокола оценки функций органов пищеварения по распространённым патологиям пищеварительной системы

Для создания матрицы распределения вариантов ответов из протокола оценки функций органов пищеварения по распространённым патологиям пищеварительной системы был выбран подход кластерного анализа симптомов, рассматриваемых как варианты ответа в разработанном протоколе для определения атрибутивных свойств регистрируемых признаков при обследовании животных.

В результате выполненного анализа все признаки нозологических форм были разделены на 4 кластера и составлена матрица признаков болезней пищеварительной системы крупного рогатого скота по 15 наиболее часто встречаемым нозологиям (Таблица 2).

Таблица 2 – Атрибутивные свойства регистрируемых признаков в контексте диагностической методологии

Значение	Характеристика признака	Свойство	Вспомогательный вопрос
(++)	Прямые признаки	Характерный симптом болезни (нозологической формы)	Является ли регистрируемый признак основным клиническим симптомом данной болезни?
(+)	Косвенные признаки (дополнительные признаки)	Неосновной клинический симптом болезни (нозологической формы)	Среди прочих признаков, может ли регистрируемый признак наблюдаться при данной болезни и указать нам на неё?
(0)	Допустимые значения	Параметр, не связанный с заболеванием напрямую, допустимое состояние при рассматриваемой болезни (нозологической форме)	Возможно ли протекание данной болезни при регистрируемом признаке?
(--)	Недопустимые значения	Симптом, противоречащий патогенезу нозологической формы или симптом, прямо указывающий на другое заболевание	Возможен ли регистрируемый признак для данной болезни или он указывает на другую болезнь?

Разделение производили на основании собственных исследований на базе УНПО «Муммовское» с целью уточнения симптомов и показателей при различных состояниях, дополнительно исследовали выборку из 30 голов животных.

Таким образом, для составления матрицы собирались данные со второго и третьего этапа исследований и включали обследование 60 голов животных, истории болезни которых фиксировались в журнале научных исследований. Анализ симптомов дополнялся литературными данными о клинических проявлениях болезней и научными изысканиями кафедры «Болезни животных и ВСЭ» ФГБОУ ВО Вавиловского университета

Полученная матрица распределения вариантов ответов из протокола оценки функций органов пищеварения по распространённым патологиям пищеварительной системы составляет информационно-аналитическую базу разрабатываемого диагностического подхода и расширяет формализованные сведения о клиническом проявлении выбранных заболеваний.

3.5. Оценка диагностической точности полученного метода клиническими и лабораторными методами

Эффективность предложенного метода можно оценить, основываясь на диагностической точности разработанного диагностического алгоритма оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота. Для проверки данного критерия было проведено исследование группы животных с помощью разработанного протокола на базе хозяйства АО «ПЗ «Трудовой», далее эту же группу животных обследовали полным набором клинических и лабораторных методов с целью проведения сравнения результатов первого и второго варианта обследований (рис.4).

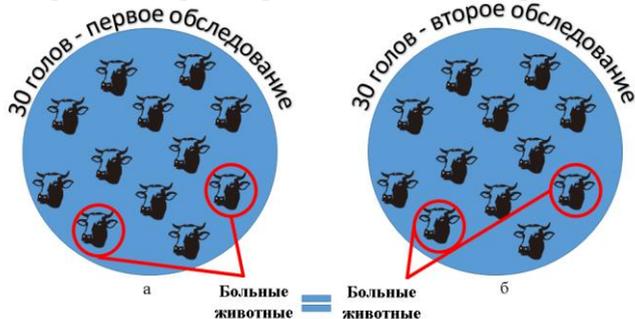


Рисунок 4 – Модель эксперимента: а) – обследование группы животных разработанным протоколом, б) – обследование той же группы животных с помощью полного клинического обследования

В результате было исследовано 30 голов животных дойного поголовья чёрно-пёстрой породы. При обследовании животных с помощью разработанного протокола оценки были выявлены следующие заболевания: кетоз – 4 гол., гипотония – 2 гол., энтерит – 3 гол., также были выявлены скрытые отклонения следующего характера: повышение кислотности фекалий и мочи – 1 гол., снижение содержания глюкозы крови – 2 гол., протеинурией – 1 гол.

Далее данную группу животных подвергли полному клиническому обследованию согласно принятому в ветеринарной медицине алгоритму проведения клинической диагностики заболеваний.

С помощью клинических методов были выявлены следующие заболевания животных: кетоз – 4 гол., гипотония – 2 гол., энтерит – 3 гол. У всех исследуемых животных были отобраны кровь, моча и фекалии для

проведения общего анализа крови, биохимического анализа крови, общего анализа мочи и кала (рис. 5).

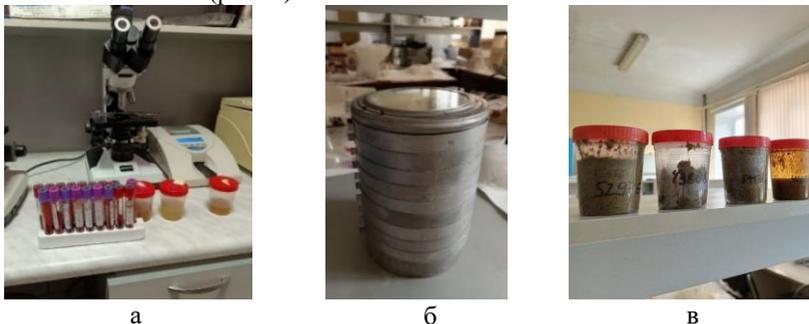


Рисунок 5 – Лабораторные исследования: а) – крови и мочи; б),в) – исследование кала

В результате проведённого анализа, было установлено, что исследование животных с помощью разработанного протокола позволило выявить всех животных с нарушением функций пищеварения, которые были выявлены при полном клиническом обследовании животных. При этом время на обследование одного животного сократилось более чем в 3 раза: 29 ± 3 минут против 103 ± 5 минут.

Результаты лабораторных исследований подтвердили клиническую картину выявленных заболеваний и позволили установить окончательный диагноз, однако исследование конкретных биологических маркеров в разработанном протоколе совместно с клиническими признаками, также устанавливаемыми в рамках исследования по протоколу, позволяют с высокой точностью определять нарушение функций органов пищеварения.

Более того, при исследовании опытной группы с помощью разработанного протокола был выявлен ряд животных с отклоняющимися показателями здоровья (биохимические показатели мочи), не имеющих явных клинических признаков – что говорит о возможности превентивной диагностики заболеваний, которую можно реализовать, если поставить выявленных животных на учёт и некоторое время проводить физиологический мониторинг с помощью как разработанного протокола экспресс-оценки здоровья крупного рогатого скота для регулярного обследования животных, так и разработанного протокола оценки функций органов пищеварения.

3.6. Цифровизация разработанного диагностического алгоритма

Разработанные протоколы и системы их оценки составляют информационно-аналитический компонент системы поддержки принятия решений для оценки функций органов пищеварения. Архитектура СППР включают следующие обязательные компоненты: интерфейс и

управляющий модуль, состоящий из информационного обеспечения и подсистемы ППР – поддержки принятия решений (база правил для классификации и программный компонент для обработки вводимых данных).

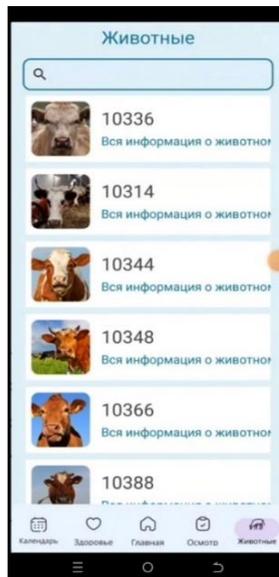
Таким образом, следующим этапом цифровизации созданного алгоритма являлось выбор цифрового решения – интерфейса СППР. Обязательным условием являлось наличие электронной системы учета, которая позволяет сократить издержки на организацию сбора, хранения и обработки информации, так как подразумевают использование автоматических считывающих систем и электронных баз данных.

Средами для разработки программного обеспечения послужили Java и Spring. Для запуска приложения был выбран принцип считывания QR-меток, расположенных на бирке животного (рис. 6).

Далее была проведена разработка алгоритма работы приложения с помощью, которого можно реализовать выбранный компонент СППР. Разработанный алгоритм включает основной цикл заполнения карточки обследования животного. Далее вне зависимости от вида отклонения приложению необходимо пометить животных с выявленными симптомами и переводить их в группу для дообследования (например, группа для перевода в изолятор) – в таком случае программа делает пометку о патологии в карточке животного и по результатам обследования поголовья выводит список животных, требующих дальнейшей диагностики.



а



б

Рисунок 6 – Алгоритм работы (а) и интерфейс приложения (б)

Таким образом, все данные об итогах обследования должны сохраняться в карточку здоровья животного. Использование карточек вместо историй болезни предпочтительнее, так как фиксирование физиологической нормы также имеет значение в ретроспективном контексте, и в рамках анамнеза жизни животного. При этом, понятие «диспансерных карт» также не является подходящим, так при диспансеризации проводится клиническое и лабораторное исследование, тогда как разработанный протокол является экспресс-методикой.

Интеграция разработанного протокола для оценки функций органов пищеварения в мобильное приложение также включала создание алгоритма работы программного обеспечения. Для этого в разработанной матрице для кластерных групп был задан вес в виде числового коэффициента для программной обработки вводимых данных. На основе расчётов для каждой нозологической формы из матрицы для формирования базы правил произвели логическое преобразование и произвели расчёт максимума и минимума значения по каждому из 60 исследованию параметра по 15 распространённым нозологическим формам, формируя шкалу распределения численного значения признаков для расчёта степени выраженности симптомом болезни (рис. 7).

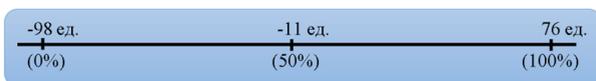


Рисунок 7 – Шкала распределения численного значения признаков для расчёта степени выраженности симптомов болезни

Если в результате заполнения протокола, совокупная сумма всех исследуемых признаков равняется, например, 46 ед. по шкале ацидоза, тогда выраженность симптомов ацидоза равняется 83% (рис. 7). Благодаря такой возможности разрабатываемое решение является системой поддержки принятия решений и помогает анализировать состояние организма животного по обширному перечню параметров, производить расчёт и предоставлять его результаты.

3.7. Оценка экономической эффективности разработанного метода ранней диагностики нарушений функций органов пищеварения коров

Анализ экономической эффективности разработанного метода ранней диагностики нарушений функций органов пищеварения коров проводили на основе рекомендаций «Методика определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий», утвержденной Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ 21.02.1997.

Экономический эффект, полученный в результате осуществления профилактических, оздоровительных и лечебных мероприятий (Эв1) определяют по формуле: $Эв1 = Пу - Зв$, где Пу – предотвращенный ущерб;

Зв – затраты ветеринарные. Для расчёта предотвращенного ущерба определяли среднее количество выбывающих за год животных по болезням органов пищеварения и умножали это значение на стоимость выращивания одной головы, для расчёта стоимости затрат ветеринарных затрат при регулярной диагностике поголовья разработанным протоколом учитывали стоимость расходным материалов для проведения исследования для одной головы, затем умножали получившееся значение на количество исследуемых голов и 12 месяцев, получая следующие значения (Таблица 3).

Однако стоит учитывать, что полная стоимость предотвращённого ущерба может быть достигнута, только при 100% раннем выявлении и предотвращении выбытия животных по болезням органов пищеварения. С практической стороны, процент сокращения выбытия животных будет зависеть от качества проводимой диагностики, своевременности и эффективности назначаемого лечения, поэтому предлагается принимать 30% как минимальную эффективность, 45% как среднюю и 60 % как хорошую эффективность реализуемой ветеринарной работы в хозяйстве.

Таблица 3 – Экономическая эффективность разработанного метода ранней диагностики нарушений функций органов пищеварения коров

Показатель	Результат
Предотвращенный экономически ущерб, руб.	89 850 000 руб.
Ветеринарные затраты, руб.	10 045 164 руб.
Мин. эконом. эффект (при предотвращении выбытия 30% животных)	
Экономический эффект, при проведении ветеринарных мероприятий, руб.	16 909 836 руб.
Экономическая эффективность на 1 руб. затрат, руб.	1,68 руб.
Сред. эконом. эффект (при предотвращении выбытия 45% животных)	
Экономический эффект, при проведении ветеринарных мероприятий, руб.	30 387 366 руб.
Экономическая эффективность на 1 руб. затрат, руб.	3,02 руб.
Высок. эконом. эффект (при предотвращении выбытия 60% животных)	
Экономический эффект, при проведении ветеринарных мероприятий, руб.	43 864 836 руб.
Экономическая эффективность на 1 руб. затрат, руб.	4,37 руб.

Экономический эффект на 1 рубль затрат при проведении диагностическо-профилактических мероприятий рассчитывали по формуле: $Эр = Эв : Зв$, где Эр – эффективность на 1 рубль затрат (руб.); Эв – экономический эффект (суммарный); Зв – затраты ветеринарные.

Результаты расчета уровня эффективности данных мероприятий, рассчитанный на 1 руб., составляет от 1,68 руб. до 4,37 руб. (Таблица 3) в зависимости от качества реализуемой ветеринарной работы в хозяйстве и своевременности лечения животных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведено исследование распространённости заболеваний органов пищеварения и нарушений метаболического профиля крупного рогатого скота, по результатам выбраковка по болезням органов пищеварения и нарушениям метаболического профиля в среднем составляет 36,8% от всех причин выбраковки, а в некоторые годы составляет до 50,4% от всех случаев выбраковки животных в хозяйстве.

2. Разработан протокол оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота на основе скринингового диагностического подхода и использовании экспресс-методов совместно с клиническими методами исследования. Протокол содержит варианты результатов обследования 60 признаков, которые разделены на физиологичные и патологичные признаки. Протокол стандартизирует процесс сбора данных, облегчает ввод информации в цифровые системы и обеспечивает возможность ее дальнейшей аналитической обработки.

3. Разработанный протокол был протестирован в условиях животноводческого хозяйства, среднее время обследования составило 32 минуты, дополнительно на основании проведённой работы был создан протокол экспресс-оценки здоровья крупного рогатого скота для регулярного обследования животных, включающий 15 показателей и выполняемый в среднем за 3 минуты. Разработанный экспресс-протокол для регулярного обследования наиболее подходит для формализованного физиологического мониторинга и регистрации событий в жизни животных (прослеживаемость наблюдаемых изменений показателей здоровья).

4. Разработана система оценки регистрируемых признаков в ходе выполнения обследования по протоку – создана матрица распределения симптомов и вариантов исследуемых признаков по нозологическим формам болезней органов пищеварения. Предложенная матрица распределения расширяет формализованные сведения о клиническом проявлении рассматриваемых в работе заболеваний, а также является базой правил для системы поддержки принятия решений и помогает ветеринарному специалисту анализировать данные обследования животных.

5. Проведена оценка диагностической точности разработанного диагностического алгоритма – протокол оценки функций органов пищеварения позволяет выявить 100% животных, имеющих клинические признаки болезней органов пищеварения, а также дополнительно выявлять животных с отклоняющимися показателями здоровья.

6. Разработана методика интеграции полученного диагностического алгоритма в мобильное приложение. Предложен новый методологический подход к разработке систем поддержки принятия решений процесса ветеринарной диагностики, основанный на интеграции экспертных знаний, прототипировании и итерационном цикле. Разработана концепция и основной алгоритм работы мобильного приложения для ветеринарной

диагностики в животноводческих хозяйствах, а созданная система программной оценки обеспечивает расчёт степени выраженности симптомов заболеваний, включенных в программу. Преимуществом цифровизации фиксации результатов обследования животных является: оптимизация сбора, хранения и обработки полученных данных, создание прослеживаемости событий в жизни животного, обеспечение открытости информации о животном внутри хозяйства – что особенно актуально при совместной работе нескольких ветеринарных специалистов.

7. Проведена оценка экономической эффективности предложенного метода из расчёта на рубль вложенных средств – экономическая эффективность будет составлять от 1,68 руб. на 1 руб. затрат (при предотвращении выбытия 30% животных) и до 4,37 руб. на 1 руб. затрат (при предотвращении выбытия 60% животных).

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Результаты настоящего исследования имеют практическую ценность и могут быть широко использованы в области ветеринарии. Прежде всего, рекомендуется активное внедрение разработанного алгоритма оценки функций органов пищеварения в повседневную практику ветеринарных специалистов животноводческих хозяйств. Разработанный алгоритм ранней диагностики позволяет в 3,4 раза сократить время на выявление заболеваний пищеварительной системы, которые наносят значительный экономический ущерб животноводческим хозяйствам.

Это позволит значительно повысить оперативность и точность диагностики заболеваний органов пищеварения у крупного рогатого скота, что, в свою очередь, способствует раннему выявлению патологий и своевременному назначению эффективного лечения. Одновременно с внедрением данных методик, необходимо предусмотреть обучение ветеринарного персонала животноводческих хозяйств, предоставив им необходимые знания и навыки для работы с разработанными протоколами и программным обеспечением. Для обеспечения эффективного применения результатов исследований, целесообразно разработать подробные инструкции и методические пособия, содержащие четкое описание порядка проведения обследований, алгоритмы интерпретации полученных данных и практические рекомендации по выбору оптимальных стратегий лечения и профилактики заболеваний.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Результаты данного исследования могут служить прочной основой для проведения дальнейших научных исследований, направленных на углубленное изучение симптоматики болезней органов пищеварения у крупного рогатого скота – например, создание матрицы позволяет расширить представляемую клиническую картину, так как не во всех

литературных источниках при рассмотрении клинической картины болезни анализируются 60 показателей. Кроме того, необходимы дальнейшие усилия по разработке новых, более точных и эффективных методов диагностики болезней органов пищеварения с применением цифровых технологий. Использование разработанной концепции и основного алгоритма работы мобильного приложения, позволит разрабатывать и другие цифровые решения для нужд животноводства.

Разработанный методологический подход к созданию систем поддержки принятия решений может быть успешно использован при разработке и совершенствовании аналогичных систем, предназначенных для диагностики других заболеваний животных. Кроме того, адаптивное использование разработанного подхода к созданию программного обеспечения для использования в ветеринарной практике, ориентированной на другие виды животных, открывает новые перспективы для расширения области применения результатов исследования.

Важно отметить, что материалы исследования представляют значительный интерес для образовательного процесса в ветеринарных учебных заведениях. С этой целью, целесообразно разработать учебные пособия и методические рекомендации по цифровизации ветеринарной деятельности, включающие результаты исследования, а также внедрить разработанную систему в учебный процесс, чтобы студенты могли ознакомиться с передовыми технологиями и получить практический опыт их использования.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ

1. Мобильное программное обеспечение для ветеринарного учета больных животных и ведения электронной истории болезни / Р. Д. Гончаров, А. А. Алтарев, **М. Р. Цагареишвили** [и др.] // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2024. – № 1(31). – С. 5-9.

2. Разработка алгоритма приложения для экспресс-оценки здоровья крупного рогатого скота в животноводческих хозяйствах / **М. Р. Цагареишвили**, И. И. Калужный, А. В. Ключиков [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2025. – № 1(111). – С. 142-147.

3. **Цагареишвили М. Р.**, Гончаров Р. Д., Калужный И. И. Совершенствование диагностики патологий органов пищеварения незаразной этиологии у животных с применением экспресс-методов и цифровизации // Аграрный научный журнал. – 2025. – № 3. – С. 80-86.

4. **Цагареишвили, М. Р.** Исследование параметров мочи с помощью экспресс-методов в рамках скрининговой диагностики патологий органов пищеварения у крупного рогатого скота / Цагареишвили М. Р., Калужный И. И. // Аграрный вестник Урала. – 2025. – № 3. – С. 473-483.

В других изданиях

5. **Цагареишвили, М. Р.** Перспективы использования цифровых технологий в ветеринарной практике сельскохозяйственных животных / М. Р. Цагареишвили, Л. С. Цагареишвили, И. И. Калюжный // Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 01 – 28 марта 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2023. – С. 164-169.

6. Концепция приложения по ветеринарной диагностике болезней органов пищеварения / **М. Р. Цагареишвили**, А. В. Ключиков, Р. Д. Гончаров, И. И. Калюжный // Проблемы и перспективы цифровизации агропромышленного комплекса: Материалы Международной научно-практической конференции, Саратов, 07 декабря 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 116-120.

7. **Цагареишвили, М. Р.** Исследование распространения болезней пищеварительной системы крупного рогатого скота незаразной этиологии в хозяйстве Саратовской области / М. Р. Цагареишвили, И. И. Калюжный // Современные проблемы и достижения ветеринарной морфологии и патологии в сохранении здоровья животных : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной юбилею доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Сулейманова Сулеймана Мухитдиновича, Воронеж, 01 января – 31 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. – С. 58-60.

8. **Цагареишвили, М. Р.** Review of prospects for using the study of saliva in cattle to assess the functioning of the digestive organs / М. Р. Цагареишвили // Наука и образование в XXI веке: современные векторы развития и перспективы: материалы III Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции, Саратов, 29 февраля 2024 года, 2024. – С. 207-209.

9. **Цагареишвили, М. Р.** Методологические подходы к разработке СППР в незаразной патологии животных / М.Р. Цагареишвили, И.И. Калюжный, Л.С. Цагареишвили // Современные научные тенденции в ветеринарии: материалы IV Международная научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Пенза, 12 декабря 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 261-264.