Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук

Научный руководитель:
доктор ветеринарных наук,
профессор Калюжный
Иван Исаевич

Саратов 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 13

1.1. Выбор системы оценки состояния здоровья животного для разработки диагностического алгоритма раннего выявления болезней органов пищеварения. Понятие диагностического скрининга 13

1.2. Клинико-физиологическое обоснование исследований, проводимых для определения алгоритма оценки функций органов пищеварения 20

1.3. Системы поддержки процесса ветеринарной работы в животноводческих хозяйствах 39

1.4. Основные болезни пищеварительной системы и нарушения метаболических процессов при интенсивном производстве молока 51

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ 57

2.1. Материалы исследований 57

2.2. Методы исследований 59

3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 64

3.1. Анализ распространенности заболеваний пищеварительной системы в условиях животноводческого предприятия 64

3.2. Разработка протокола оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота и систематизация физиологичных и патологичных результатов обследования 66

3.3. Проведение исследований по разработанному протоколу оценки функций органов пищеварения и создание протокола экспресс-оценки здоровья животного 75

3.4. Разработка матрицы распределения вариантов ответов из протокола оценки функций органов пищеварения по распространённым болезням пищеварительной системы 80

3.5. Оценка диагностической точности полученного алгоритма оценки функций органов пищеварения клиническими и лабораторными методами 83

3.6. Цифровизация разработанного диагностического алгоритма 95

3.7. Оценка экономической эффективности разработанного метода ранней диагностики нарушений функций органов пищеварения коров 106

4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЕЛЕДОВАНИЙ 111

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 115

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ 117

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ 118

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ 119

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 120

ПРИЛОЖЕНИЯ 150

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Контроль процесса пищеварения у крупного рогатого скота является важным аспектом заботы о здоровье и производительности животных. Клиническая стадия различных заболеваний резко снижает продуктивность животных, уровень которой в некоторых случаях не возвращается к прежнему значению даже после полного выздоровления животного – например, при развивающемся паракератозе, гепатозе, затяжном гастроэнтерите и многих других заболеваниях, которые приводят к патологическим изменениям морфологии органов [60,72,131,172]. Именно поэтому в исследованиях подходов к организации работы животноводческих предприятий уже многие годы активно развивается идея сохранения продуктивного долголетия животных и уменьшение их выбытия из-за различных заболеваний, которые могут быть профилактированы или выявлены на ранних этапах [5, 18, 22, 24, 26, 41,73,75, 120,122].

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 [21,111]. Различные действия, выполняемые в рамках ветеринарной работы, могут быть подвергнуты анализу, алгоритмизации и цифровизации. Процесс диагностики нарушений работы органов является алгоритмическим, поэтому в определенной мере доступен для цифровизации. Для этого требуется разработка специфического, доступного для программной обработки, протокола обследования животных с отклоняющимися показателями здоровья, а также совершенствование диагностического алгоритма раннего выявления заболеваний для их своевременного обнаружения и лечения [34, 46, 71].

С точки зрения выявления наиболее частых заболеваний, следует учесть, что по различным данным болезни органов пищеварения у крупного рогатого скота составляют от 28,6 до 60,9% от общего числа незаразных патологий и занимают первое место среди всех болезней незаразной этиологии [11,29,43,45,66,67,160]. В

связи с этим, разработка и научное обоснование специфического подхода для формализованного выявления животных с нарушениями в работе органов пищеварения с помощью экспресс-методов является актуальным решением.

Новизна решения также состоит в том, что на данный момент ветеринария является по большей части реакционной – заболевания выявляются только на стадии проявления клинических признаков [32]. Инновационным подходом является превентивная ветеринарная медицина, которая позволяет профилактировать развитие патологий и, в случае обнаружения изменения показателей здоровья, фокусироваться на устранении конкретных факторов риска развития заболеваний.

Сведения о здоровье животных составляют большое количество разнообразных данных, в том числе в средних и крупных хозяйствах, в которых поголовье составляет более тысячи животных. В связи с этим, информационные технологии (it-технологии), или цифровые технологии, играют решающую роль в оптимизации процесса сбора, хранения и дальнейшей аналитической обработки огромного количества данных, содержащих информацию о состоянии здоровья каждого животного. Разрабатываемые цифровые решения в животноводческой отрасли в настоящее время могут быть реализованы в различной форме и включать элементы автоматизации и роботизации [38, 55, 168]. Однако в области ветеринарной медицины на данном этапе технологического развития остаётся невозможным полная замена специалиста на аппаратно-вычислительную машину и составлением диагностических алгоритмов может заниматься только ветеринарный специалист [19, 78, 115].

В подобных случаях допустимым является применение автоматизированных систем для сбора информации для того, чтобы ветеринарный специалист интерпретировал полученные данные и использовал их для оценки здоровья животного [34,94,145]. Таким образом, особое значение приобретают системы поддержки принятия решений (СППР) – программные инструменты, предназначенные для помощи в анализе данных и выработке оптимальных решений в многовариантных ситуациях [16]. Их разработка сталкивается с рядом

концептуальных барьеров, которые удалось преодолеть в данной работе – путём выбора подхода скринингового обследования, а также экспертного типа разрабатываемой СППР и применение методики прототипирования и проверки диагностической эффективности итерационной версии разрабатываемого алгоритма. В качестве платформы для реализации СППР выбрано мобильное приложение, что соответствует требованиям к удобству, доступности и мобильности разрабатываемого решения [71,85].

Решение проблемы сбора данных о здоровье животных является актуальным ввиду практической ориентированности: в хозяйствах регулярно проводится наблюдение за животными, однако подход применения цифровых технологий позволяет формализовать процедуру проведения обследований и систематизировать работу ветеринарных специалистов. Так, 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, и он незамедлительно проводит дообследование и коррекцию физиологического статуса животного. Подобный подход отражён в идеях организации физиологического мониторинга и создания актуализируемого паспорта здоровья животного [25, 156].

Выбранная тематика исследований соответствует стратегии научно-технологического развития РФ – «направление г) переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективная переработка сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания» [30]. Так же следует отметить, что многие заболевания незаразной природы этиологически связаны с нарушениями кормления и содержания животных [119,130]. Реализуемый благодаря цифровизации регулярный ветеринарный мониторинг может рассматриваться как внедрение оценки качества

хозяйственно-производственных процессов. Системы контроля на текущий момент являются передовыми инструментами управления животноводческим предприятием [80,148,197]. Из-за возросшей интенсивности производства и увеличения его масштабов, происходит разделение труда и дифференциация по исполняемым ролям: различные специалисты занимаются кормозаготовкой, организацией процесса кормления, созданием и поддержанием параметров микроклимата, проведением зоотехнической работы и так далее. Так как здоровье животного напрямую зависит от условия кормления и содержания, а заключение о состоянии здоровья животного может делать только ветеринарный врач – он может таким образом оценить итоговое качество создаваемых для животного условий и влиять на оценку организации работы других специалистов, создавая цепочку прослеживаемых событий (случаи выявленных заболеваний) [86,133].

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. Мобильное приложение оптимизирует процесс исследования животных, благодаря электронной версии протоколов с реализованной системой поддержки принятия врачебных решений, а также организует удобное хранение и обработку результатов оценки состояния здоровья животного.

Степень разработанности темы исследования. Исследованием клинической гастроэнтерологии сельскохозяйственных животных занимались многие отечественные учёные: Калюжный 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), Баринов 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: A. 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 болезней 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 разработанного метода;

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

7. Изучить экономическую эффективность разработанного метода ранней диагностики нарушений функций органов пищеварения коров.

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 болезней данного отдела и доступный для цифровизации.

Научная новизна исследования. 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. Проделанная 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 соответствие с характеристиками различных заболеваний, формируя полный печень 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, что 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. Рукопись диссертационной работы 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.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Выбор системы оценки состояния здоровья животного для разработки диагностического алгоритма раннего выявления болезней органов пищеварения. Понятие диагностического скрининга

Существуют различные системы оценки состояния здоровья животного и соответствующей оценки функций органов пищеварения в рамках проводимого исследования. Наиболее комплексно состояние органов пищеварения рассматривает клиническая гастроэнтерология животных. Чем полнее и глубже исследовано животное, тем больше данных у ветеринарного специалиста для постановки диагноза [171]. Условия выполнения этапности клинического исследования и необходимость рассмотрения полной клинической картины животного не позволяют проводить оценку функций органов пищеварения быстро и массово, поэтому данный подход применяется не для профилактической диагностики, а при условии возникновения заболевания у исследуемого животного [32].

Диспансеризация животных представляет собой систему плановых диагностических мероприятий, направленных на своевременное выявление ранних субклинических и клинических форм заболеваний, профилактику их и лечение животных. Комплексное обследование в рамках диспансеризации позволяет получить ценную информацию о клиническом состоянии и метаболизме организма животного. Это дает возможность диагностировать основные и сопутствующие заболевания, выявлять нарушения обмена веществ, определять причины патологических изменений, предлагать стратегии профилактики и назначать групповую или индивидуальную терапию [106].

Обязательность проведения диспансеризации не регламентируется законодательно, так как основные регламентированные законом мероприятия касаются профилактики заразных болезней, общих для человека и животных и соответственно диспансеризация не является объектом государственного

ветеринарного надзора [48,112]. Методические рекомендации предписывают, что диспансеризация должна быть частью комплексного ветеринарного обслуживания хозяйств, однако в условиях интенсивного молочного животноводства, она может не всегда выполняется в полном объеме из-за возросшей трудоемкости процесса [103,169].

Также следует рассмотреть правила проведения диспансеризации, которые характеризуют диспансеризацию как комплексный, но достаточно трудоёмкий и длительный процесс, не позволяющий рассматривать диспансеризацию как оперативный метод выявления заболеваний. В начале диспансеризации заводятся диспансерные карты для обследуемых животных для фиксации результатов клинических и лабораторных исследований, с обязательным указанием регистрационных данных животных и даты проведения диагностических мероприятий, а также заключением о состоянии здоровья. Документально диспансеризация заверяется актом, который составляется комиссионно. В акте диспансеризации обязательно прописывается состав комиссии, цели диспансеризации и её задачи, полностью описываются результаты обследования животных и составляются лечебные и профилактические рекомендации. При этом, А. П. Курдеко с соавторами отмечает, что итоги диспансеризации подводятся на советах, правлениях, собраниях и т. д., где намечаются конкретные мероприятия по ликвидации негативных моментов, формированию оптимальной структуры стада и выбраковке малопродуктивных или неподдающихся лечению животных, а также назначаются ответственные исполнители и формируется план ветеринарных и зоотехнических мероприятий [98].

Однако в связи с переводом животноводства на промышленную основу в соответствии с методическими указаниями по диспансеризации крупного рогатого скота в каждом хозяйстве создают группы животных, которые являются эталоном для оценки здоровья, в частности – определения состояния обмена веществ в организме животных в целом по стаду (А. В. Яшин, А. В. Прусаков, И. И. Калюжный и др., 2023).

Основную диспансеризацию проводят один раз в год (в январе-феврале), промежуточную – ежеквартально. При смене содержания животных, диспансеризацию рекомендуется проводить в конце стойлового содержания (март-апрель) и осенью (октябрь-ноябрь) при переводе животных на стойловое содержание. Во время основной диспансеризации проводят: 1) анализ зоотехнических и ветеринарных показателей; 2) полное клиническое исследование контрольных групп животных; 3) лабораторные исследования крови, мочи и молока от контрольных групп животных; 4) анализ кормления и содержания животных. Делают заключение и намечают мероприятия по профилактике и терапии больных животных [107,97]. Малахова Н. А. и Масалов В. Н. (2023) также отмечают, что основная диспансеризация может включать ветеринарный осмотр всего поголовья [91,92].

При промежуточной (текущей) диспансеризации ограничиваются осмотром всего поголовья животных и исследованием крови, мочи и молока от контрольной группы животных. Сравнительный анализ зоотехнических показателей проводят по итогам года. Учитывают следующие показатели: молочную продуктивность, жирность молока и выход телят на 100 коров. Для оценки ветеринарного благополучия анализируется количество животных с заболеваниями пищеварительной системы и нарушениями обмена веществ, случаи маститов и эндометритов. Для телят учитывают следующие данные: респираторные и желудочно-кишечные заболевания, мертворождаемость, падеж и другие показатели [107].

Для формирования контрольных групп животных коров делят на следующие возрастные подгруппы: 1) первые 3 мес. лактации; 2) 6-7 мес. лактации; 3) сухостойные; 4) нетели за 2-3 мес. до отела [146].

При полном клиническом исследовании определяют и записывают в диспансерную карту: упитанность; состояние лимфатических узлов; частоту дыхания и пульса; характер сердечных тонов; количество и силу сокращений рубца; состояние печени, костяка, органов движения, вымени и мочеполовых органов. При этом

устанавливают скрыто развивающиеся дистрофии сердечной мышцы и циррозы печени, являющиеся следствием интоксикации организма, хронические гипотонии преджелудков, которые развиваются в результате адинамии и недостаточного содержания в рационах сена, неровность краев и поверхности ребер, рассасывании последних хвостовых позвонков, что свидетельствует о развитии остеодистрофии [97].

При исследовании коров обращают внимание на вагиниты и метриты, препятствующие своевременному осеменению, а также субклинически протекающие маститы. Одновременно с клиническими проводят специальные исследования животных. Исследования крови проводят от 5% поголовья клинически здоровых нетелей: от 5–7 коров в первые 3 мес. лактации (не раньше 15 дней после отела); от 5 коров в период 6–7 мес. лактации и от 5–7 стельных сухостойных коров. В крови определяют СОЭ (скорость оседания эритроцитов), количество гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, сахара, кетоновых тел и кислотную емкость. В сыворотке крови – общий белок и кальций, неорганический фосфор, магний и каротин, а в плазме крови – резервную щелочность. При этом руководствуются следующими показателями у здоровых коров: СОЭ (по Неводову) за 1 ч – 0,6-0,8 и за 24 ч – 1-2, гемоглобин – 9,9-12,9 г/100 мл, эритроциты – 5,0-7,5 млн в 1 мл, лейкоциты – 4,4-12,0 тыс. в 1 мл, сахар (глюкоза) – 40,0-60,0 мг в 100 мл, кетоновые тела – 1,0-6,0 мг в 100 мл, кислотная емкость – 460,0-580,0 мг в 100 мл, общий белок – 7,2-8,6 г в 100 мл, общий кальций – 10,0–12,0 мг в 100 мл, неорганический фосфор – 4,5-6,0 мг в 100 мл, магний – 2,0-3,0 мг в 100 мл, каротин – 0,4-2,8 мг в 100 мл, резервная щелочность крови – 46,0–66,0 объемных % СО2 [90,97,33].

По другим данных (Василевский Н.В, 2022), для определения границы нормы-патологии можно руководствоваться такими интервалами: общий белок – 59-90 г/л, альбумины – 27-43 г/л, глобулины – 25-55 г/л, альбумины –38 - 50% , глобулины –50 - 62% , альбумины / глобулины – 0,6- ,1, мочевина –2,5-6,7 мМ, азот мочевины – 8–20 мг/дл, общий холестерин – 2,2-6,6 мМ, АСТ – 48-108 ед/л, АЛТ – 17-45 ед/л, АСТ /

АЛТ – 1,0-3,4 ед, общий кальций – 2,0-3,1 мМ, неорганический фосфор – 1,2-2,9 мМ, Са/Р – 1,1-1,6 ед [23].

Другие референсные значения предлагают использовать Гусев И. В., Рыков Р. А. (2018): Лейкоциты, 109/л – 5,3-16,6; Эритроциты, 1012/л – 5,2-8,2; Гемоглобин, г/л – 84-122; Гематокрит, % – 23,2-34,2; Общий белок, г/л – 70-92; Альбумины, г/л – 25-36; Альбумины, % – 30-46; Глобулины, г/л – 40-64; Глобулины, % – 54-70; А/Г – 0,4-0,9; Мочевина, мМ/л – 2,35-7,06; Креатинин, мкм/л – 63-162; АЛТ, МЕ/л – 12-35; АСТ, МЕ/л – 46-108, Глюкоза, мМ/л – 1,65-4,19; Общие липиды, г/л – 2,3-8,0; Триглицериды, мМ/л – 0,09-0,37; Холестерин, мМ/л – 2,35-8,30; Билирубин, мкм/л – 1,16-8,18, Кальций, мМ/л – 2,03-3,14; Фосфор, мМ/л – 1,13-2,90; Са/Р – 0,81-2,41; Магний, мМ/л – 0,79-1,35; Железо, мкМ/л – 12,96-34,14; Хлориды, мМ/л – 90-110; Щелочная фосфатаза, МЕ/л – 41-187; Селен, мкМ/л – 0,53-2,26; Медь, мкМ/л – 9,81-19,88; Цинк, мкМ/л – 16,34-53,05[35].

Отдельно авторы (Иванова И. Е., Волынкина М. Г., 2017) дополнительно отмечают данные нормальные диапазоны значений в период сухостоя: общий белок – 60-80 г/л, альбумин – 32-45 г/л, креатинин – 88-162 мкмоль/л, мочевина – 2,8-8,8 ммоль/л, альбумин/глобулин 1,5-2,3, глюкоза 2,3-4,1 ммоль/л, кальций – 2,1-3,1 ммоль/л, фосфор – 1,45-2,1 ммоль/л, кальций/фосфор – 1,5-2, щелочная фосфатаза – 55-80 ЕД/л, АСТ – 80-120 ЕД/л, АЛТ –38-75 ЕД/л [53].

Организационно диспансеризация разделяется на три этапа: диагностический этап – включает все вышеназванные исследования; лечебный этап – оказание помощи больным животным и животным клинически здоровым, но с нарушенным обменом веществ; профилактический этап – базируется на рекомендациях по профилактике отдельных болезней или их комплекса [92].

Таким образом, диспансеризация является ресурсно-затратным комплексом мероприятий, направленных на общую оценку состояния здоровья стада и разработки специфических профилактических решений. При этом зачастую, полному диспансерному обследованию подвергается только контрольная группа животных

[69,92]. Вышеописанные характеристики диспансеризации не позволяют проводить регулярный мониторинг функций органов пищеварения и с помощью минимального набора методов выявлять животных с отклоняющимися показателями здоровья.

Отличным от диспансеризации подходом в диагностике является экспресс-диагностика или скрининг – это предположительное выявление скрытой болезни или дефекта путем применения тестов, обследований и других процедур, которые могут быть проведены быстро [164,39]. Биологический маркер – это какой-либо параметр, который поддается достоверному измерению и по которому можно узнать что-либо о состоянии здоровья [126].

Применение метода биохимического скрининга для оценки здоровья коров рассматривали авторы Белоусов А.И., Соколова О.В., Беспамятных Е.Н. (2018) исследуя животных племенных предприятий. Исследователи отмечают, что нарушение белкового обмена диагностировали в 62,1% исследуемых проб, нарушение липидного обмена выявили в 15,6% проб, нарушение углеводного обмена – в 13,9% проб, отмечая при этом, что наиболее быстрым и удобным способом определения параметров углеводного обмена является определение глюкозы крови с помощью глюкометра. Определение параметров минерального, водного обмена, а также кислотно-основного отношения организма также имеет большое значение [13].

Применение исследования глюкозы в крови как критерия оценки энергетического обмена лакирующих животных подтверждает другой коллектив авторов (Корельская Л. А., Гусаров, И. В. Обряева О. Д., Коломиец С.А., 2022), выявив референсные значения глюкозы в крови высокопродуктивных коров при разных способах содержания, от 36,91 мг% в разгар лактации на привязном до 53,80 мг% в сухостойный период на беспривязном содержании при роботизированном доении, при этом отмечая, что необходимо проводить регулярный анализ крови коров для контроля энергетической полноценности рационов, здоровья животных и профилактики метаболических нарушений [144].

Выбирая подход для регулярного обследования животных, необходимо учитывать временные и трудоёмкостные факторы. В связи с комплексностью диспансеризации, данный вид оценки не подходит для быстрых и массовых исследований функций органов пищеварения, однако в совокупности с клиническая гастроэнтерологией, может служить фундаментальной базой для формирования алгоритма скрининговой оценки органов пищеварения. Методология клинической диагностики состоит из множества узко специализированных рекомендаций, которые в своей сумме должны выстраиваться в ясную картину клинического восприятия проистекающих в организме физиологических и патологических, компенсаторных и декомпенсаторных процессов, обеспечивающую достоверное установление диагноза. Вполне очевидно, что клиническое мышление невозможно алгоритмизировать с помощью программ, однако возможно использование систем поддержки принятия решений (СППР) для сбора предварительных данных и выявления животных, которым требуется дополнительное дообследование полным набором методов [34,104].

Также порядок диагностики может быть в какой-то мере стандартизирован, например, при составлении клинических руководств. Клинические руководства (рекомендации) для гуманной медицины разрабатываются и утверждаются профессиональными медицинскими ассоциациями [125,113]. Данное решение соотносится с методологией разработки интеллектуальных СППР в медицине (Загорулько Г.Б., 2019), когда СППР строится для решения определенного класса задач, содержит множество методов и позволяет выбирать методы для решения конкретных задач. Описываемая в работе Кравченко Т.К. (2013) экспертная СППР (ЭСППР) содержит около 50 методов принятия решений, а также базу знаний, представленную в виде последовательности вопросов об элементах задачи принятия решения и их различных реализациях (ответах) [46,74].

В архитектуру подобной СППР должны входить следующие обязательные компоненты: интерфейс и управляющий модуль, состоящий из информационного обеспечения и подсистемы ППР – поддержки принятия решений [16].

Исходя из вышеописанного, основной диагностический алгоритм для ранней диагностики патологий органов пищеварения должен строится на научно-обоснованной последовательности изучаемых маркеров, которые могут быть представлены в виде списка задач с полем для ввода результата. Вариативность результата должна ограничиваться диапазоном проявления признака, которая включает как физиологическое, так и патологическое значение. Примером такой последовательности исследований может служить: исследование количества движений рубца, болевые пробы на сетку, измерение уровня глюкозы в крови и кетонов в моче – определение необходимых исследований является целью дальнейших изысканий.

1.2. Клинико-физиологическое обоснование исследований, проводимых для определения алгоритма оценки функций органов пищеварения

При разработке диагностического алгоритма оценки функций органов пищеварения и соответствующего протокола обследования следует учитывать клинико-физиологический подход к анализу процессов пищеварения, который позволит выявить необходимые маркеры для определения нарушений функций органов пищеварительного отдела, которые будут доступны для анализа программным методом. При этом необходимо обратиться к методам, используемым в клинической гастроэнтерологии и диагностике незаразных болезней животных, учитывая не саму процедуру выполнения определённых исследований, ввиду их обширности и общедоступности, а рассмотреть именно перечень самих методик и клиническое значение возможных результатов обследования.

Оценку состояния пищеварительной системы, как и любое клиническое исследование, необходимо начинать с оценки габитуса животного. Очень важное значение приобретает характеристика упитанности, которая напрямую связана с анамнестической и текущей способностью животного принимать и усваивать корм, а также с качеством протекания процессов обмена веществ – нормальный обмен веществ или его нарушение [4,28,136,174]. Классифицируя упитанность в клинической диагностике (Беляков И. М., Дугин Г. Л., Кондратьев В. С. и др., 1992) авторы приняли разделение упитанности на высшую, среднюю, нижнесреднюю и истощение [118].

Другим стандартом определения упитанности является методика ВИЖ (Всероссийского научно-исследовательского института животноводства имени академика Л.К. Эрнста) описанная в работах Сивкина Н.В., Лавелина А.Н., Стрекозова Н.И. и др. (2006) [135,63], а также классификация, описанная в работе Н. В. Сивкина, Г. Г. Карликова, И. В. Гусева (2012) по 5-балльной шкале (шаг 0,5 балла), где 1 балл соответствует истощению, а 5 баллов – чрезмерному ожирению. Авторы отмечают, что у дойных коров упитанность коррелирует с продолжительностью сервис-периода, числом дойных дней и удоем за 305 дней лактации, и наилучшие показатели имеют животные с упитанностью 1,5-3 балла в период сухостоя; 3,20 в 1-й месяц; 2,70 в 3-й месяц; 2,30 в 5-й месяц; 1,90 в 7-й месяц лактации [134].

С точки зрения рассмотрения физиологии пищеварительной системы, следует отметить, что функции органов пищеварения разнообразны: они осуществляют передвижение, механическую и химическую обработку пищи, выполняют моторную, секреторную, экскреторную, иммунную, эндокринную функции, обеспечивая всасывание расщеплённых питательных веществ и выталкивание твердых непереваренных остатков. Таким образом, каждый этап пищеварительного процесса и действие соответствующих органов может представлять собой мишень для анализа, поэтому важно учитывать все физиологические элементы этого процесса [139].

Пищеварительный процесс начинается в ротовой полости и состоит из следующих этапов: приема корма и жидкости; собственно ротового пищеварения, включающего механическое измельчение корма, его увлажнение слюной, формирование пищевого кома, экскрецию и ограниченное всасывание определённых соединений, жвачку; глотания. Ротовое пищеварение происходит под действием слюны. Слюна – это продукт секреции 3 пар слюнных желез: подъязычных, подчелюстных и околоушных, а также мелких пристенных желез: губных, язычных, небных и щечных. Слюна – вязкая жидкость щелочной или слабощелочной реакции, имеющая реакцию pH 8,4–8,53 и содержащая 98–99,5% воды и 0,5–2% сухих веществ [31,154,190].

Слюна, полученная от исследуемых животных, может быть подвергнута анализу и представлять собой биологический маркер, параметры которого можно учитывать для оценки функций органов пищеварения [208].

При измерении показателей такого биологического маркера, как слюна животных, необходимо учитывать физиологическую регуляцию параметров данного предмета исследований, чтобы определять диагностическую ценность полученных результатов. Авторы Г.М. Тунников и И.Ю. Быстрова (2023) отмечают, что околоушные слюнные железы секретируют непрерывно, независимо от приема корма или процесса жвачки, однако жевание усиливает слюноотделение, и стимулируют секрецию остальных желез, так же, как и грубый корм стимулирует увеличение выделения секреции, а измельченные и влажные корма снижают ее уровень [153].

Исследования показывают, что кислоты, образующиеся в рубце в процессе брожения, не всегда приводят к увеличению его кислотности. Это объясняется тем, что при снижении pH содержимого рубца происходит рефлекторное выделение большого количества щелочной слюны, нейтрализующей кислые продукты. Например, кормление кислым силосом стимулирует активную секрецию слюны, которая становится более щелочной и богатой органическими веществами. Более того, при увеличении внутрирубцового давления (например, при раздувании баллона

или помещении груза в рубец) секреция слюны усиливается, а при понижении давления – снижается. Таким образом, непрерывное выделение слюны околоушной железой обусловлено воздействием химических и механических раздражителей, поддерживающих тоническое возбуждение слюноотделительного центра. К таким раздражителям относятся: умеренное растяжение стенок рубца кормовыми массами, сокращения преджелудков, а также образование летучих жирных кислот в процессе брожения [76].

Однако некоторые исследователи (Chibisa, G. E., Beauchemin, K. A., and Penner, G. B., 2016) отмечают, что скорость слюноотделения и количество выделяемой слюны зависит от характера потребляемого корма. Данные показатели снижаются у крупного рогатого скота с высококонцентрированным уровнем кормления [180]. Кроме того, группа авторов (Castillo-Lopez, E., Petri, R. M., Ricci, S., Rivera-Chacon, R., Sener-Aydemir, A., Sharma, S., et al., 2021) продемонстрировала, что высококонцентрированная диета влияет на слюноотделение и физико-химические характеристики слюны, включая осмоляльность, муцин, активность лизоцима и основные буферы, такие как бикарбонат и фосфат, которые влияют на регуляцию pH содержимого рубца коров [179].

Изменяется и химический состав слюны в зависимости от вида потребляемого корма. В исследовании физических и химических изменений в слюне и жвачке коров при разных соотношениях сена и зерна в рационе авторы изучали вязкость, pH, зольность, азот, гексозамины слюны и жвачки у двух коров, которые получали рационы с 20, 40, 60, 80 и 100% сена. Они обнаружили, что вязкость слюны увеличивалась после кормления, а pH – с увеличением доли сена. Зольность слюны была больше при высокозерновых рационах. Общий азот слюны был выше при 20% сенном рационе (20,1 мг для рациона с 20% сена и в среднем 14,9 мг для рациона с содержанием сена от 40 до 100%), а гексозамины – при высокозерновых (в среднем 4,3 мг%). В жвачке общий азот был выше при 20% сенном рационе и после кормления.

Авторы предполагают, что эти параметры могут влиять на пищеварение и синтез в рубце: натрий и гексозамины в жвачке связывают со склонностью к тимпании [183].

Учитывая вышеизложенное, реакция pH слюны является довольно стабильным показателем, однако может смещаться в щелочную сторону при сильном ацидозе, поэтому данный параметр может являться доступным для исследования экспресс-методом биологическим маркером [59,61].

С помощью ротовой полости осуществляется прием корма и жидкости. Перед приемом корма животное оценивает его, используя зрение и обоняние. Затем, с помощью рецепторов, расположенных в ротовой полости, отбирает подходящий корм. Животные захватывают корм губами, языком и зубами, поэтому повреждения и патологии органов ротовой полости могут привести к нарушению приёма корма и дальнейшим расстройствам пищеварительных процессов вследствие нарушения регулярности поступления корма и воды в организм. Именно поэтому необходимо включать оценку состояния ротовой полости в общую оценку органов пищеварения [71,154].

В клинической гастроэнтерологии (И. И. Калюжный, Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин и др., 2022) исследование органов полости рта проводят следующими методами. Проводят наружный осмотр губ: у здоровых животных, в том числе и у молодняка, губы плотно прилегают друг к другу и истечения из ротовой полости отсутствуют. Обнаженные десна и резцовые зубы вследствие отвисания нижней губы, или наоборот плотно сжатые губы и жевательные мышцы, а также опухание губ, морщины, трещины, сыпь, болезненность – все эти признаки указывают на патологическое состояние как ротовой полости, так и самого животного. После наружного осмотра губ, щек исследуют слизистые оболочки полости рта. Обращают внимание на цвет, целостность, влажность, болевую чувствительность. Затем проводят пальпацию руками, используя различные зевники, осветительные приборы. При осмотре ротовой полости определяют запах. Выдыхаемый воздух, имеющий запах ацетона, характерен при заболевании животного кетозом; сладковато-

приторный запах – при разложении отслаивающегося эпителия; гнилостный запах – при заболевании зубов. При исследовании языка обращают внимание на его целостность, размеры, подвижность, эластичность, а также на наличие налёта на его поверхности. Осматривают корень языка как наиболее частое место образования язвы языка. Осмотр зубов позволяет характеризовать их состояние, аномалии роста и развития, прикуса, обнаружить полидентию, развитие сверхкомплексных коренных или резцовых зубов. Болезненность зубов и альвеол определяют пальпацией и легкой перкуссией. При отравлении животного солями тяжелых металлов (медь, сулема) появляется зеленый оттенок зубов, при гангрене – черный. Обращают внимание на стирание зубов. Обследуют зубы с помощью зубного зеркала, шпателя, хирургического зонда – зондируют и проводят перкуссию. При исследовании зубов обращают внимание и на их чувствительность, дефекты в области коронок, межзубных промежутков [54,64].

Глотание – это двигательная реакция, осуществляемая рефлекторно и обеспечивающая перемещение пищевого кома из ротовой полости через пищевод в желудок. Важным условием для запуска акта глотания является стимуляция рецепторов, расположенных на мягком нёбе [141]. Глотание может быть затруднено при патологиях глотки и пищевода [187].

В клинической гастроэнтерологии (И. И. Калюжный, Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин и др., 2022) исследование глотки проводят следующим образом. При наружном осмотре устанавливают наличие припухлости в области глотки (диффузной или ограниченной). Пальпацией устанавливают чувствительность, болезненность, плотность, присутствие инородных предметов. Внутреннюю пальпацию проводят после соответствующей фиксации животного с обязательным местным обезболиванием и применением зевника, осуществляют очень быстро и при беспокойстве животного обследование прекращают. При внутреннем осмотре применяют медицинский эзофагоскоп или ректоскоп. Животное хорошо фиксируют. При необходимости тщательного обследования применяют наркоз или местное

обезболивание. Исследование пищевода начинают с наружного осмотра, который позволяет определить болезненность, затрудненность при проглатывании корма. Пальпацией животного устанавливают болевую реакцию и наличие инородных предметов в пищеводе. Большое диагностическое значение имеет зондирование желудка (определяют место сужения или стеноза пищевода, калибром зонда определяют степень его сужения [64].

Жвачка – адаптационный механизм, характерный для жвачных животных, который заключается в отрыгивании частично переваренной пищи из рубца, ее повторном пережевывании и проглатывании. Этот процесс способствует более эффективному перевариванию растительных кормов. Жвачка происходит периодически. В течение суток наблюдается 6-8 жвачных периодов, продолжительностью 40-50 минут каждый. Каждый жвачный период состоит из 8-40 жвачных циклов. Жвачный цикл включает три фазы: 1) отрыгивание (регургитация), во время которого кормовая масса из пищеводной части рубца возвращается в ротовую полость; 2) пережевывание – отрыгнутая порция корма тщательно пережевывается; 3) заглатывание повторно пережеванной массы. Крупный рогатый скот совершает 40-60 жевательных движений при пережевывании каждой порции отрыгнутого корма. Следовательно, наличие или отсутствие жвачки является биологическим маркером, доступным для исследования [155].

Следующим отделом, участвующим в пищеварении является рубец. В рубце жвачных животных, благодаря симбиотическим микроорганизмам (бактериям и инфузориям, составляющим до 10% сухого вещества рубца), переваривается до 70% сухих веществ рациона без участия собственных ферментов животного. Микрофлора рубца (до 10 млрд бактерий и 2 млн инфузорий на грамм содержимого) обеспечивает расщепление: 95% сахаров и крахмала, 70% клетчатки и 40-80% протеина [58,124,194].

В рубце жвачных животных протекает сложный симбиотический процесс, основанный на взаимодействии макроорганизма и разнообразного микробного

сообщества. Поступающие с кормом протеины подвергаются гидролизу под действием микробных протеаз с образованием свободных аминокислот. Значительная часть высвобождаемых аминокислот не используется непосредственно для метаболических нужд хозяина. Вместо этого, происходит их дезаминирование с высвобождением аммиака, который служит первичным источником азота для синтеза микробных протеинов, углеводов и фосфолипидов. В рубце жвачных доминируют целлюлозо- и протеолитические бактерии, наряду с которыми присутствуют микроорганизмы, расщепляющие небелковые азотистые соединения, крахмал, липиды и сбраживающие глюкозу. Простейшие, обладающие протео-, глико- и липолитической активностью, представлены в меньшем количестве. Таким образом, рубец представляет собой эффективную систему трансформации, в которой растительные протеины преобразуются в микробную биомассу с более высоким качеством и доступностью для последующего переваривания животным. Аммиак, абсорбируемый в кровь из рубца, детоксифицируется в печени путем конверсии в менее токсичную мочевину. Мочевина, транспортируемая кровью и слюной, возвращается в рубцовую жидкость, где подвергается гидролизу под действием бактериальной уреазы с образованием аммиака. Этот процесс рециркуляции азота является механизмом, обеспечивающим эффективное использование низкокачественных кормов и поддержание синтеза микробного протеина. Крахмал и другие углеводы гликолитическими ферментами микробов расщепляются до простых сахаров, а целлюлоза – целлюлазами до глюкозы. Сахара подвергаются сбраживанию с образованием летучих жирных кислот (ЛЖК), которые всасываются и служат источником энергии. Липиды расщепляются липолитическими бактериями до жирных кислот и глицерина, последний сбраживается до ЛЖК. Жирные кислоты гидрогенизируются и включаются в синтез микробных липидов. Важно отметить, что микрофлора рубца способна синтезировать водорастворимые витамины [155,159,191].

При нарушении физиологических процессов пищеварения возникают различные расстройства функций рубца, которые могут приводить к серьёзным последствиям. Для диагностики патологий рубца в клинической гастроэнтерологии (И. И. Калюжный, Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин и др., 2022) может применяться как общее, так и индивидуальное исследование. Наблюдая за группой животных, можно оценить объем, форму и симметрию живота. Увеличение живота может указывать на беременность, асцит, переполнение рубца кормом или газами. Уменьшение объема свидетельствует о недокорме, истощении, хронических заболеваниях, диарее или дистрофии. Важно обращать внимание на поведение животного во время кормления, отставание от стада, загрязнение хвоста и изменение контура живота. После термометрии (для исключения инфекции) проводят индивидуальное обследование, включающее местный осмотр, во время которого детально оценивают состояние топографических областей (подреберья, подвздошные области, область мечевидного хряща); пальпацию для оценки напряжения брюшной стенки, наличия болезненности, характеристики газовой подушки и консистенции содержимого рубца (особенно в левой голодной ямке); аускультацию, которая выявляет звуковые явления, такие как шумы треска, флюктуации, плеска, булькания, или, наоборот, отсутствие звуков при атонии рубца; перкуссию, которая используется для определения перкуторного звука и болезненности [64].

Проводят зондирование, рентгеноскопию и рентгенографию, оценивая моторную функцию рубца и исследуя содержимое рубца. Дополнительно могут исследоваться фекалии, кровь и моча общеклиническими лабораторными методами. В редких случаях прибегают к руминотомии с установкой фистулы для получения содержимого рубца и анализа его pH, биохимических показателей и состава инфузорий [8].

Некоторые исследователи (Braun U., Schweizer A., Trösch L., 2013; Fiore E, Faillace V, Morgante M, Armato L, Gianesella M.,2020) так же рассматривают

ультразвуковое исследование как диагностический инструмент исследования рубца коров [177,184].

Пищеварение в преджелудках сопровождается их сократительной деятельностью, которая осуществляется циклами: 7–14 циклов за 5 мин. Сокращения преджелудков жвачных происходят последовательно: сетка, преддверие рубца и рубец. Каждый отдел, сокращаясь, выжимает содержимое в соседний. Сократительная активность сетки составляет 1-2 сокращения в минуту, увеличиваясь до 3 сокращений в минуту в период жвачки. При этих сокращениях более крупные фракции кормовой массы возвращаются в рубец для дальнейшей обработки, в то время как измельченный материал транспортируется последовательно в книжку и затем в сычуг. Сократительная деятельность книжки и сычуга скоординирована, обеспечивая эффективную перекачку жидкой фракции из книжки в сычуг посредством создания отрицательного давления. Этот механизм способствует оптимальной эвакуации содержимого из книжки и подготовке к процессам кислотного и ферментативного переваривания в сычуге [7,154].

Сократительная активность рубца характеризуется циклической последовательностью сокращений различных отделов, происходящих в среднем 2-5 раз в течение 2 минут. Данная последовательность включает в себя сокращения преддверия рубца, дорсального и вентрального мешков, а также каудо-дорсального и каудо-вентрального слепых выступов, после чего цикл повторяется с сокращения дорсального и вентрального мешков. Сокращения дорсального мешка обеспечивают возможность эруктации (отрыгивания) газов, а сокращения вентрального мешка способствуют перемещению более жидкой фракции пищевой массы в сетку. Моторика рубца позволяет медленно и равномерно перемешивать содержимое, поддерживая оптимальные условия для жизнедеятельности микробной флоры и способствуя механическому измельчению корма [141]. В состоянии покоя продолжительность сокращения дорсального мешка рубца составляет 8,2 ± 1,04 секунды, а частота – 1,1 ± 0,2 сокращения в минуту. [175,178].

Таким образом, сократимость рубца может представлять биологический маркер, доступный для исследования. Характер моторики рубца устанавливают с помощью пальпации в области левой голодной ямки, а также с использованием руминографа. С помощью пальпации, руминографа и зонда определяют не только сокращение рубца, но и силу сокращений. У здоровых животных сила тонуса в рубце соответствует 40–60 мм [64,167].

В рубце, в результате микробной деятельности и ферментации корма, образуется значительное количество газов (300-700 л/сутки). Основная часть этих газов (углекислый газ до 70%, метан до 50%, а также азот, водород, сероводород и кислород) удаляется посредством отрыжки, лишь небольшая их доля всасывается в кровь и выводится через легкие. Эти газы играют важную роль в поддержании микробиологических процессов в преджелудках и необходимы для дальнейших реакций [154,166].

В рубце поддерживается относительно стабильная температура, колеблющаяся в пределах 38-41°С (днем ниже, ночью выше), pH содержимого рубца также поддерживается в узком диапазоне (6,5-7,4), однако может временно смещаться в кислую сторону в периоды активной ферментации, когда образование кислот преобладает над их всасыванием и нейтрализацией. Постоянное поступление слюны, обладающей щелочными буферными свойствами (благодаря карбонатам и фосфатам), критически важно для биотических процессов в преджелудках. Состав слюны, как уже отмечалось, регулируется процессами, происходящими в рубце (кислотностью, давлением и т.д.). Нейтрализация кислот брожения и образование солей жирных кислот (которые легко всасываются) – важная функция слюны жвачных [102,173].

Из рубца в сетку попадает предварительно обработанный и частично переваренный корм. В сетку проникает только измельченная и разжиженная масса, в то время как грубые, крупные частицы задерживаются в рубце для дальнейшей обработки [154, 173].

Из-за анатомо-физиологических особенностей сетки, данный орган пищеварения может подвергаться травматизации проглоченными вместе с кормом острыми предметами, поэтому в клинической гастроэнтерологии (И. И. Калюжный, Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин и др., 2022) сетку, в основном, исследуют на наличие травматического ретикулита, который возникает в результате перфорации сетки острым, как правило, металлическим предметом. При наблюдении за животным обращают внимание на особенности его подъема и укладывания. Например, при травматическом ретикулите животное сначала опускается на передние конечности, а затем осторожно опускает заднюю часть, а при вставании сначала поднимает переднюю часть тела. При смене положения животное может стонать. Животное старается не делать резких движений. При травматическом ретикулоперикардите отмечают отставление левой конечности в сторону с отведением наружу локтевого сустава. Аускультацией в области сердца при травматическом ретикулоперикардите устанавливают различные шумы (плеска, скрежета, шуршание при сокращении сердца), аритмию и даже раздвоение или расщепление тонов сердца [64].

После наблюдения и осмотра проводят болевые пробы на сетку: глубокую пальпацию позади мечевидного отростка, пробу перкуссией по линии прикрепления диафрагмы, пробу Рюгга, пробу Нордстрема. При положительной болевой пробе на сетку животное стонет, приседает, устраняется в период проведения обследования. Предложены различные приборы по выявлению металлических предметов в сетке (компас, а также приборы, действующие по принципу металлоискателя, МД05, МЗДК2, разработанные А. В. Коробовыми А. И. Прониным). Хорошие результаты при выявлении металлических предметов в сетке получены при использовании диатермической пробы [118].

После сокращения сетки, содержимое поступает в книжку, которая выполняет функцию фильтра, задерживая недостаточно измельченные частицы корма. Сокращаясь, книжка способствует дальнейшему измельчению этих частиц. В книжке происходит переваривание до 20% клетчатки и всасывание до 70% кислот и воды.

Затем, благодаря сокращениям книжки и разности давления, содержимое перемещается в сычуг через книжко-сычужное отверстие [139,154].

Книжка – трудно исследуемый орган. В клинической гастроэнтерологии (И. И. Калюжный, Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин и др., 2022) при ее исследовании применяют пальпацию, аускультацию, перкуссию, а при необходимости проводят пункцию книжки. Исследование книжки осуществляют с правой стороны в 7–10м межреберье на уровне плечевого сустава. Пальпацию проводят путем надавливания на межреберные промежутки пальцами рук, можно использовать рукоять перкуссионного молоточка (при воспалительных процессах устанавливают болезненность). Аускультацию проводят непосредственно или с помощью стетофонендоскопа. В норме прослушиваются звуки крепитации или шуршания. При засорении книжки звуки не прослушиваются. Перкуссию проводят с помощью перкуссионного молоточка и плессиметра. Перкуссию книжки проводят короткими, сильными ударами, оценивая звук (притупленный, тимпанический или тупой) в зависимости от наполнения. Выявленная болезненность указывает на патологию. При необходимости проводят пункцию книжки: иглу вводят в 9-м или 8-м межреберье справа, по переднему краю ребра на линии плечелопаточного сочленения, перпендикулярно поверхности тела на глубину 8-10 см. Для проверки правильности положения иглы вводят и отсасывают стерильную воду: содержимое буро-зеленого цвета с кормовыми массами подтверждает попадание в книжку. Пункцию следует выполнять только при острой необходимости [7].

Сычуг, истинный желудок жвачных, содержит железы, продуцирующие сычужный сок. Исследования с фистулами и изолированными желудочками показали, что секреция сычуга непрерывна благодаря постоянному поступлению содержимого из преджелудков. Приём корма усиливает секрецию рефлекторно. Сычужный сок содержит ферменты: пепсин, химозин и липазу. Концентрация соляной кислоты варьирует (0,12-0,46%) в зависимости от возраста. pH сычужного сока у крупного рогатого скота составляет 2,17-3,14 [139].

Обследование сычуга в клинической гастроэнтерологии (И. И. Калюжный, Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин и др., 2022) проводят с правой стороны под реберной дугой, используя пальпацию, перкуссию, аускультацию. Пальпацию осуществляют путем сильного надавливания пальцев рук под реберную дугу. Болезненность и беспокойство животного при этом указывают на заболевание сычуга (воспаление слизистой оболочки, язва и т. д.). Перкуссию проводят в той же области. Безболезненная перкуссия, дающая атимпанический (скопление газов) или тупой звук (переполнение), указывает на болезненное состояние. Аускультацию проводят как непосредственно, так и при помощи стетофонендоскопа (в норме прослушиваются слабые переливающие звуки, при воспалении – усиленные перистальтические звуки, а ослабленные или отсутствие звуков указывает на атонию). Секреторную и моторную функции сычуга обследовать сложно из-за глубокого расположения органа. Получить содержимое сычуга можно при помощи пункции с последующим отбором проб или введением эндоскопа с последующим обследованием сычуга [64].

Для дальнейшего описания процесса пищеварения, необходимо отметить, что пищеварение в целом делится на 3 типа: полостное, внутриклеточное и мембранное. Полостное пищеварение осуществляется в пределах просвета желудочно-кишечного тракта, где ферменты, секретируемые пищеварительными железами, катализируют начальные и промежуточные этапы деградации питательных веществ. Внутриклеточное пищеварение, в свою очередь, преимущественно наблюдается в тонком кишечнике на ранних стадиях постнатального развития высших животных и реализуется посредством механизмов фагоцитоза и пиноцитоза. Данный процесс обеспечивает поглощение и переваривание макромолекул непосредственно внутри клеток. Мембранное пищеварение, завершающий этап пищеварительного процесса, происходит на апикальной мембране энтероцитов тонкой кишки. В этом случае гидролитические ферменты, синтезируемые энтероцитами и адсорбированные на гликокаликсе мембраны, расщепляют олигомеры и димеры до мономеров, которые немедленно всасываются в клетку. В тонком кишечнике процесс пищеварения

включает три последовательных этапа: полостное пищеварение, пристеночное пищеварение и всасывание. Полостное пищеварение осуществляется под действием поджелудочного сока, желчи и кишечного сока:

1) Сок поджелудочной железы – прозрачная, бесцветная жидкость со щелочной реакцией (pH 7,2-8,0) и плотностью 1,008-1,010. Состоящий на 90% из воды и на 10% из сухого остатка, он богат белковыми веществами и минеральными соединениями, включая бикарбонат и хлориды натрия, хлориды кальция, фосфаты натрия и другие. Содержит протеолитические ферменты (трипсин, химотрипсин, карбоксиполипептидазы А и В, эластазу), амилолитические ферменты (α-амилазу, мальтазу, лактазу, инвертазу), липолитические ферменты (липазу) и нуклеазы (рибонуклеазу, дезоксирибонуклеазу);

2) Желчь – секрет печени, поступает в двенадцатиперстную кишку в виде печеночной (жидкой, светлой, щелочной) и пузырной (густой, темной, концентрированной) форм. Основными органическими компонентами желчи являются желчные пигменты (билирубин и биливердин) и желчные кислоты. Билирубин, продукт распада гемоглобина, обычно присутствует в виде солей щелочных металлов. Биливердин, образующийся при окислении билирубина, придает желчи травоядных характерный темно-зеленый цвет. Желчь играет важную роль в пищеварении, выполняя множество функций: она снижает поверхностное натяжение, способствуя эмульгированию жиров для облегчения их переваривания липазой. Благодаря щелочной природе, желчь нейтрализует кислое содержимое желудка, поступающее в кишечник, и инактивирует пепсин. Помимо этого, она усиливает активность липазы, амилазы и протеолитических ферментов поджелудочного и кишечного соков;

3) Кишечный сок представляет собой прозрачную мутноватую жидкость с щелочной реакцией и pH от 8,2 до 8,7, содержащую слизь, эпителиальные клетки и кристаллы холестерина. Он играет основную роль в завершении химической обработки питательных веществ корма, поэтому в нем преобладают ферменты,

направленные на промежуточные продукты расщепления белков и углеводов, таких как крахмал и гликоген. В составе кишечного сока присутствуют протеолитические ферменты, такие как аминополипептидаза и дипептидаза (смесь пептидаз), которые разлагают полипептиды и дипептиды до аминокислот. Ферменты мальтаза, инвераза и лактаза действуют на дисахариды, превращая их в моносахариды. Кроме того, в кишечном соке содержатся нуклеазы, липаза, альфа-амилаза, хлористый натрий, углекислые соли, фермент энтерокиназа, который активирует трипсиноген до трипсина, и щелочная фосфатаза, обеспечивающая процесс фосфорилирования углеводов, аминокислот и их всасывание [102,139].

В дистальном отделе пищеварительного тракта, а именно в толстой кишке, кишечный сок характеризуется щелочной реакцией (pH 8,5-9,0) и отсутствием эндогенных ферментов. Основными компонентами кишечного сока являются муцин, слущенные эпителиальные клетки, неорганические соединения и вода. Экскреция кишечного сока происходит непрерывно, демонстрируя усиление при механическом раздражении слизистой оболочки толстой кишки. Расщепление компонентов химуса, не подвергшихся перевариванию в проксимальных отделах кишечника, осуществляется преимущественно за счет ферментов, транзиторно поступающих из тонкой кишки, а также посредством метаболической активности симбиотической микрофлоры. Данные процессы включают в себя гидролиз остаточных белков, липидов и клетчатки, ферментацию углеводов, протеолиз с образованием продуктов гниения, а также синтез аминокислот, жирных кислот и витаминов, в частности витаминов группы К, Е и группы В. Активно всасываются вода, мономеры и минеральные соли, что уменьшает объем химуса, уплотняет его и формирует каловые массы [143].

Таким образом, от каждого элемента сложноустроенной системы пищеварения зависит эффективность данного процесса – изменение даже одного параметра может привести к нарушениям функции органов пищеварительной системы. Исследовать состояние кишечника возможно клиническими методами: осмотром, пальпацией,

перкуссией, аускультацией [188,64]. Некоторые исследователи (N. Yoshimura, T. Tsuka, T. Yoshimura и др., 2022) предлагают также применять ультразвуковое исследование кишечника [182].

Клиническим осмотром определяют размеры и конфигурацию живота, состояние ануса, оценивают акт дефекации, обращая внимание на частоту испражнений, позу животного при дефекации, количество и физические свойства фекалий. Пальпация брюшной полости используется при исследовании молодняка, при исследовании взрослых животных более информативными являются ректальные исследования. Они позволяют оценить расположение и размеры кишечника, его перистальтику, наличие болезненности, характер содержимого. При ректальном исследовании можно определить сужение просвета кишечника, утолщение его стенок, наличие новообразований, инвагинацию, увеличение лимфатических узлов, спайки между кишечными петлями, разрывы кишечных стенок, инородные тела и безоары. Перкуссия позволяет определить характер содержимого кишечника. При метеоризме перкуторный звук тимпанический, при завале кишечника – притуплённый и тупой. Перкуссию начинают с правой голодной ямки, а затем плессиметр перемещают постепенно вниз [64,181,186].

Аускультация позволяет оценить перистальтические шумы кишечника. Ее проводят с использованием инструментов (стетоскоп) или непосредственно (прикладывая ухо). У крупного рогатого скота аускультацию брюшной полости выполняют с правой стороны. Перистальтические шумы толстого и тонкого кишечника схожи (короткие звуки журчания), но шумы толстой кишки более глухие и грубые. Для их дифференциации учитывают топографическое расположение отделов кишечника. Перистальтические шумы двенадцатиперстной кишки прослушиваются в правой голодной ямке в области первого поясничного позвонка, тощей и подвздошной кишки – в области правого подвздоха. При атонии кишечника, копростазах и химостазах шумы перистальтики ослаблены или полностью

отсутствуют. При метеоризме кишечника они усилены и часто имеют металлический оттенок [36,64].

Клиническое исследование кишечника позволяет выявить множество биологических маркеров, указывающих на нарушение функций данного органа пищеварения, поэтому обязательно для включения в протокол оценки органов пищеварения. Однако не менее важным этапом является исследование кала – автор Матющенко, П. В предлагает проводить оценку состояния кормления и здоровья пищеварительной системы животного по навозу исследуя следующие показатели: частоту и поведение при дефекации, цвет, запах, консистенцию навоза, размер и природу непереваренных частиц корма в его составе. Исследователь подчеркивает, что длина непереваренных частиц клетчатки не должна превышать 0,7 см, а наличие кормовых волокон более 1,5 см указывает на то, что длина частиц фуража недостаточна для образования в рубце необходимого слоя, содержащего корм и связанную жидкость и обеспечивающего нормальное пищеварение и жвачку [96]. Важность использования диагностического сита отмечает и Richard, L.C. (2011), применяя его для исследований рубцового пищеварения [202].

П.Н. Безбородов, исследуя физические показатели фекалий в диагностике внутренних незаразных болезней коров, отмечает диагностическую ценность цвета выделяемых фекалий: коричнево-оливковый цвет физиологичен при стойловом содержании; темно-зеленый характерен для пастбищного. Светло-коричневый цвет фекалий может указывать на ацидоз рубца или перекармливание шротом, желтовато-бурый - на кормление грубыми кормами. Фекалии сероватого или глинистого цвета указывают на возможное угнетение секреторной функции печени, причем особенно часто данный признак отмечается при обструкции желчных путей. Серовато-оливковый оттенок фекалий ассоциируется с диареей различной этиологии, за исключением случаев, связанных с кормлением зерновыми кормами или кукурузой. Землистый цвет фекалий может свидетельствовать о наличии гнилостных воспалительных процессов в кишечнике. Золотисто-желтая окраска фекалий

наблюдается при ускоренной перистальтике кишечника, применении антибиотиков и других ветеринарных препаратов, оказывающих воздействие на состав микрофлоры кишечника, а также при нарушении процессов метаболизма билирубина. Наличие черного цвета фекалий с примесью крови является признаком кровотечения в желудочно-кишечном тракте, причем вишнево-красный или вишнево-черный цвет указывает на кровотечение в толстом отделе, а темно-коричневый или темно-черный – на кровотечение в тонком отделе кишечника [9].

Другим немаловажным показателем фекалий является консистенция. Авторы М. Т. Мороз, В. В. Захаров, В. И. Саморуков (2023) предлагают оценивать консистенцию по пятибалльной системе от 1 – водянистые экскременты, до 5 – экскременты в виде твердых шариков навоза. Этот же коллектив авторов предлагает оценивать переваримость корма по навозу путём его разминания от 1 – навоз блестит, однороден, непереваренные частицы не ощущаются и невидны, до 5 – в навозе ощущаются грубые частицы корма и непереваренные компоненты четко распознаются [101].

Помимо непосредственного исследования пищеварительной системы и фекалий, другим не менее важным биологическим маркером, связанным с обменом веществ животного, является моча [25,50]. Изменение кислотности мочи (pH) в кислую сторону может указывать на длительное потребление кормов с высоким содержанием концентратов и кислот, а также на нарушения минерального обмена. При кетозе концентрация кетоновых тел в моче может значительно возрастать, достигая значений 200-300 мг%. Избыточное потребление протеина приводит к увеличению экскреции аммиака, мочевины и аминного азота с мочой. Обнаружение гистамина в моче может служить диагностическим маркером избыточного потребления протеина, нарушений белкового обмена и поражений печени [99].

Показатели мочи отражают функциональное состояние гепаторенальной системы у коров и могут указывать на нарушение условий кормления и содержания. Так, для определения биохимического статуса коров Н. Б. Никулина, В. М. Аксенова

(2018) использовали определение pH, плотности мочи и содержание в ней билирубина, уробилина, кетона, белка, нитритов, глюкозы. Определив у группы животных отклонения в виде извращения аппетита, нарушения процесса жвачки, гипотонии и атонии преджелудков, ослабления перистальтики кишечника, исследователи установили следующие отклонения в моче: плотность мочи – 1,004 г/см3; pH – 9,0; присутствие кетоновых тел (в среднем 20,1 мг/л), билирубина (в среднем 0,05 мг/мл), уробилина (в среднем 0,01 мг/мл) и белка в моче (в среднем до 56,7 мг/л), которые превышали границы физиологических норм; кровь, нитриты, глюкоза и лейкоциты отсутствовали [109].

В свою очередь, рассматривая исследования мочи крупного рогатого скота как элемент диагностики болезней Сидоров Г.В., Ушакова Е.А., Козлова О.А. (2017), отмечают, что белок, глюкоза и кетоны не должны определяться в моче у клинически здоровых животных, pH мочи составляет 6,0-6,5 [138].

Обобщая изложенное, можно отметить, что вышеназванные характеристики имеют важное диагностическое значение и их следует рассматривать для включения в разрабатываемый протокол оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота.

1.3. Системы поддержки процесса ветеринарной работы в животноводческих хозяйствах

С учетом постоянного прогресса в области цифровых технологий, ветеринарная отрасль начинает проходить через серьезные трансформации. Цифровые технологии и программные решения начинают проникать в современную ветеринарную диагностику, предвещая ее продолжительное развитие [95,176]. Однако, подход информатизации и цифровизации в ветеринарной медицине только начинает своё становление, поэтому требуется разработка его научного обоснования, в том числе методологического [164,46]. Все больше компонентов ветеринарной работы

начинают подвергаться анализу, алгоритмизации и цифровой трансформации, что в перспективе способствует повышению эффективности и точности диагностических процедур [128,142].

Одним из направлений технологической оптимизации деятельности, в том числе ветеринарной, является разработка цифровых систем поддержки, мониторинга и сопровождения. Системы поддержки принятия решений (СППР) представляют собой сложные человеко-машинные комплексы, предназначенные для повышения эффективности процесса принятия решений, особенно в условиях неопределенности и недостаточной структурированности задач. В отличие от автоматизированных систем, ориентированных на выполнение рутинных операций, СППР активно вовлекают лиц, принимающих решения (ЛПР), в процесс анализа и выработки оптимальных стратегий [1,140,47].

Согласно другому определению, система поддержки принятия решений (СППР) – это компьютерная система, использующая базы знаний (БЗ), базы данных, базы моделей и представляющая выводы, оценки возможных альтернативных вариантов, рекомендации решения проблем [127,121].

СППР в гуманной медицине уже проходят апробацию по различным направлениям: помощь в лечении; мониторинге, в том числе в удаленном режиме; анализ данных носимых устройств и оборудования [121,79,44]. Для ветеринарной медицины цифровая поддержка процесса диагностики и лечения также является актуальной. Цифровизация в данной сфере только начинает своё развитие, так, например опубликованы работы, рассматривающие программное обеспечение для оценки полноценности кормления [14,49].

Имеются готовые цифровые решения в виде коммерческих предложений от компаний, например, такие как программа «Bestmix», выполняющая расчет, анализ и контроль рационов по половозрастным группам животных, а также их физиологическому состоянию, или, например программный компонент

«КОРАЛЛ-Кормление», нацеленный на создание комплекса рационов, близких к оптимальным, с вариациями кормового состава [108].

Таким образом, рассматривая СППР в животноводческой отрасли многие авторы (Благов Д.А., Миронова И.В., Торжков Н.И., и др., 2019; Болодурина И. П., Соловьев С. А., Акимов С. С., 2020; Благов Д. А., Митрофанов С. В., Панферов Н. С., Миронова И. В., 2020; Новиков Н. Н., Благов Д. А., Никитин В. С., 2020) обсуждают их разработку в контексте кормления и кормозаготовки [16,162,70,157,119,15].

Однако в настоящий момент предпринимаются попытки анализа подходов к реализации систем поддержки принятия решений для животноводческих предприятий (Гринченков Д. В., Романенко И. В., 2023), которые могут включать управление ресурсами производства, управление стадом, управление здоровьем, управление племенным делом [34].

Также весомый вклад в анализ подходов к реализации цифровых решений в ветеринарии внёс автор Черепанов Г.Г. (2014-2022), рассматривая различные пути внедрения «умных технологий» в работу животноводческих предприятий: использование биосенсоров, автоматизированных систем измерения индекса упитанности, контроль за переведением животных, физиологический мониторинг. Автор подчеркивает важность разработки теории и практики донозологического мониторинга физиологических функций и раннего прогнозирования жизнеспособности животных, отмечая, что ещё Павлов утверждал, что медицина будущего – это профилактическая медицина [165,164].

Несмотря на значительный потенциал физиологического мониторинга с использованием датчиков и биосенсоров, его практическая реализация сталкивается с рядом препятствий. Rotimi-Williams Bello, Ahmad Sufril Azlan Mohamed и Abdullah Zawawi Talib (2023) в своей работе рассматривают такие ограничения, как высокая стоимость оборудования, требующая значительных инвестиций в разработку и производство высокоточных датчиков. Кроме того, возникает необходимость в специализированном обучении персонала для эксплуатации и обслуживания сложных

систем мониторинга. Еще одной проблемой является интеграция новых систем в существующие технологические процессы, которая может потребовать значительной перестройки инфраструктуры и адаптации программного обеспечения. Эти факторы подчеркивают, что успешное внедрение систем физиологического мониторинга требует комплексного подхода, учитывающего не только технические, но и экономические и организационные аспекты [204].

Несмотря на значительный прогресс в области систем поддержки принятия решений (СППР), разработка эффективных инструментов для ветеринарной медицины по-прежнему представляет собой сложную задачу. Опыт создания СППР для гуманной медицины выявил ряд принципиальных концептуальных барьеров, которые в полной мере актуальны и для ветеринарной практики. Первый концептуальный барьер связан с колоссальным объемом накопленных клинических знаний. Второй концептуальный барьер ассоциирован с динамичным развитием клинических знаний и технологий, что создает неопределённость в выборе конкретных подходов. Соответственно разрабатываемая СППР должна основываться на актуальных клинических знаниях, для этого необходимо преодолеть первые два барьера. Именно поэтому для применения в СППР клинические знания должны быть формализованы и научно обоснованы [93].

Ограниченное применение СППР в ветеринарной медицине подтверждают исследования коллектива авторов С. В. Акчурина, Г. П. Дюльгер, И. В. Акчуриной и др (2022), которые заключалось в анализе цифровых технологий в практике работы ветеринарных клиник. Исследователи выявили, что наиболее распространёнными решениями являются: электронная почта (97,2%), программа для автоматизации административно-хозяйственных и лечебно-диагностических процессов (85,9%), специализированные цифровые устройства (81,7%), мессенджеры (80,3%), веб-сайт клиники (80,3%), переписка с клиентами в социальных сетях (60,6%), страница клиники в социальных сетях (40,8%), датчики ветеринарного мониторинга (39,4%),

наблюдение за пациентами через вебкамеру (26,8%), чат-боты для общения с клиентами (14,1%), телеветеринария (7,0%) [57].

Основное различие систем, сопровождающих процесс ветеринарной диагностики и программ для автоматизации административно-хозяйственных и лечебно-диагностических процессов, является область применения данных решений. Последний вариант применяется в ветеринарии мелких непродуктивных животных, как инструмент организации работы ветеринарных клиник. К подобным решениям можно отнести: «Ветменеджер», «ERISCA Енот», «1С», «Андиаг», «БИТ:Айболит», «AnimalFace», «VetAIS», «Ветеринарный офис», «JetVet», «Renovatio, «VetDesk», «Битрикс», «Ветсайнс», «Ветсофт-Ветеринар», «Clinic365 Ветеринария» и другие [151,57].

Использование СППР в ветеринарной медицине продуктивных животных в Российской Федерации на данный момент слабо развито, так как в настоящее время основной акцент делается на цифровизации различных технологических процессов. Данную тенденцию подтверждает автор Буклагин Д.С. (2020), который в своей работе отмечает, что развитие современного животноводства опирается на цифровизацию, разработку и освоение различных элементов и систем автоматизации технологических процессов, например таких как кормление, доение и другие [20].

В свою очередь Белоглазов П.Г. (2022) рассматривает цифровизацию в животноводстве как современный вектор развития, характеризующийся широким внедрением автоматизированных цифровых систем управления технологическими процессами. Эти системы интегрируются в единую биоэкосистему, объединяющую человека, научные знания, технологические решения и животных. Согласно автору, главной целью цифровизации животноводческой отрасли является систематизированное представление данных о состоянии животных для принятия обоснованных управленческих решений. В подобной парадигме роль человека трансформируется, предполагая приоритет интеллектуальной деятельности, включающей создание, оптимизацию и совершенствование алгоритмов управления

производственными процессами. Человек получает возможность осуществлять мониторинг состояния здоровья животных, отслеживать их местонахождение и оперативно выявлять возникающие проблемы в основных функциональных подсистемах, что позволяет своевременно корректировать и оптимизировать производственные процессы [12].

Следует также рассмотреть опасения, которые возникают при всестороннем внедрении цифровизации. Так, Иванов А.С. (2022) высказывает предположение, что существует риск того, что разрабатываемые решения в животноводстве будут ориентированы в большей мере на крупные, корпоративные производства, тогда как мелкие фермеры не будут иметь возможность получить к ним доступ. При этом автор отмечает, что производители различных цифровых решений не готовы раскрывать алгоритмы работы устройств, поэтому интеграция различных решений может быть затруднительна [52].

Похожего взгляда на данную тему придерживается автор S. Neethirajan (2023), утверждая, что одной из основных проблем, связанных с цифровым животноводством, является потенциальная «цифровая пропасть» между фермерами, имеющими доступ к передовым технологиям, и теми, у кого их нет. Ещё одним негативным последствием цифровизации автор видит потерю личной связи между фермерами и животными и несоблюдение этических норм по отношению к животным [207].

Иной взгляд на развитие цифровизации в животноводстве представляет коллектив авторов (Перов И. Е., Алексеев С. Л., Зарипов Р. Х., 2022), предполагая, что внедрение специализированных программных приложений приведет к увеличению продуктивного долголетия животных, расширению периодов их хозяйственного использования, улучшит показатели товарного молока, что, в свою очередь, положительно скажется на экономической эффективности отрасли, а также создаст новые рабочие места, привлечёт молодых специалистов в сельское хозяйство и т.д. [115].

Рассматривая другую сторону цифровизации, автор Белая Ю. В. (2018), подчеркивает актуальность разработки программ в ветеринарной области и утверждает, что использование компьютерных технологий обогатит среду обучения, а также обсуждает преимущества использования информационных технологий в ветеринарной службе, включая доступ к ветеринарным и сельскохозяйственным базам данных, предоставление онлайн-курсов ветеринарии, использование комплексной автоматизированной системы учета деятельности государственных учреждений ветеринарии и переход на выдачу ветеринарных сопроводительных документов в электронном виде [10].

Одним из способов применения информационных подходов в ветеринарном образовании является использование цифровых тренажёров (Тимошкина Е. В., Сошин Н. А., 2023) [152]. Эти инновационные инструменты обучения могут значительно улучшить процесс обучения, предоставляя студентам возможность практиковаться в безопасной и контролируемой среде, отрабатывать различные алгоритмы, например диагностику незаразных патологий у животных, технику искусственного осеменения и другие аспекты ветеринарной работы [56,123,2].

Большой актуальностью обладают разработки, которые можно интегрировать в реальные предприятия, чтобы улучшить общее благосостояние стад и уменьшить распространение незаразных болезней животных. Так, авторы (Еньшин А. В., Курмакаева Т. В., Шерстобоев С. Б., 2022) обсуждают внедрение и результаты применения автоматизированной системы учета и регистрации животных «REGAGRO» в России, а также важность комплексного подхода к цифровизации ветеринарии и АПК, включая программы и мобильные приложения, обучение и переподготовку кадров для цифровизации отрасли, совместимые средства, оборудование и технологии для маркирования, идентификации и диагностики заболеваний животных [42].

Следовательно, в условиях интенсификации животноводства и роста поголовья, грамотная организация ветеринарного учета становится критически важной для

отслеживания здоровья животных. Наиболее современным способом решения данной проблемы автор Чабрикова, Т.Д. (2022) считает использование информационных технологий [163]. Развивая эту мысль, Ю.И. Сигидов и С.А. Чернявская (2020) подчеркивают, что внедрение электронных систем учета позволяет существенно оптимизировать затраты на сбор, хранение и обработку данных. Это достигается благодаря использованию автоматизированных средств сбора информации и современных электронных баз данных [137,210].

Анализируя возможности применения СППР в животноводческих предприятиях Гринченков, Д. В. и Романенко И.В. (2023) рассматривают следующие направления их применения: системы управления ресурсами, управления стадом, здоровьем животных, молочным производством и репродуктивным процессом. В рамках управления здоровьем животных, авторы предлагают использовать алгоритмы машинного обучения для обнаружения ранних признаков болезни у животных и рекомендовать конкретные лечебные мероприятия на основе истории здоровья животного, вакцинации и других факторов [34].

Другой коллектив авторов (Болодурина И.П., Соловьев С.А., Акимов С.С., 2020) рассматривает создание СППР в молочном животноводстве в рамках повышения качества кормовой базы – как средства повышения продуктивных показателей в отрасли, рассматривая данные о кормовой культуре, агроклиматических факторах, удобрениях, кормовых добавках, уровне урожайности культур и продуктивности животных [16].

Наиболее широко применение систем поддержки принятия решений в животноводстве и ветеринарии изучал коллектив авторов – Лукьянов Б.В. (1996-2021), Лукьянов П.Б. (1996-2024), разрабатывая программное обеспечение «КОРАЛЛ-Диагностика болезней» [81,82]. Система представляет собой программное обеспечение, ориентированное на два типа пользователя: эксперта, который заполняет базу знаний, и конечного пользователя, использующего эту базу для диагностики болезней. База знаний включает обширный перечень возможных признаков болезни,

представляемый в виде списка (Рисунок 1), отмечая которые пользователь может увидеть после нажатия кнопки «Определить болезнь» - список возможных болезней [83].

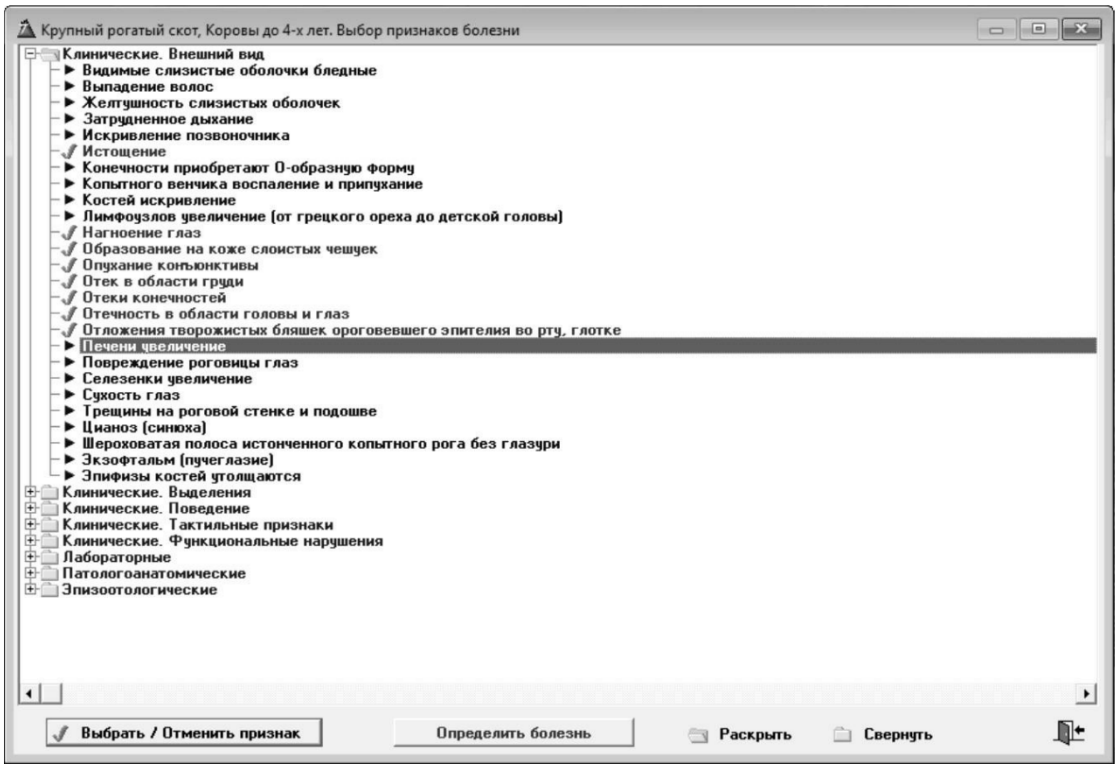


Рисунок 1 – Задание признаков болезни у животного в программе «КОРАЛЛ – Диагностика болезней»

По каждой из возможных болезней доступна следующая информация: меры лечения и профилактики, поражаемые системы и этиология, а также дополнительная литература [83].

Разрабатываемое авторами Лукьянов Б.В. и Лукьянов П.Б. решение является примером «точных» технологий, основанных на информационно-аналитическом подходе для формирования основанных на данных, эффективных и упреждающих стратегий управления. Однако выбранная платформа для СППР – программное обеспечение для персонального компьютера является менее удобной для практикующего специалиста, так как требует сбора информации и последующего заполнения формы на рабочем компьютере. Мобильная же версия больше отвечает

требованиям мобильности и оперативности фиксации информации при обследовании животных [85,198,205,206].

Ещё один методом совершенствования данного решения можно рассматривать создание специализированных протоколов обследования, адаптированных для программной обработки, вместо существующих в данном решении – списка симптомов. Однако следует принять во внимание принятый авторами курс на создание и совершенствование программного обеспечения, ориентированного на рядовые хозяйства, с целью дать специалистам надежный, простой в освоении и вместе с тем функциональный продукт, инструмент, решающий типовые задачи зоотехника и ветврача [84].

Следует также учесть, что цифровые системы в животноводстве могут быть реализованы в рамках CRM систем – от англ. customer relationship management - система управления взаимоотношениями с клиентами. Так Галанин А.Г. (2023) отмечает, что для автоматизации животноводческих предприятий могут быть использованы подобные системы, к которым автор относит программное обеспечение «1С: Цифровое животноводство» [27]. Цифровизацию с точки зрения CRM систем рассматривает и Ляховка Д.Р. (2023), также приводя в пример «1С: Цифровое животноводство» и отмечая эффективность их для управления сотрудниками и предприятием [88]. Однако следует отличать CRM системы от СППР, ведь они служат различным целям и имеют различный функционал, но могут быть объединены в одно цифровое решение [87].

Существуют различные цифровые системы учета животных:

1) Государственная информационная система «ВетИС», подведомственная Россельхознадзору и разрабатываемая с 2012 года. Входящий в систему Компонент «Хорриот» предназначен для представления в ФГИС «ВетИС» информации об идентификации и учете животных, относящихся к видам, включенным в Перечень видов животных, подлежащих идентификации и учету. Федеральная государственная информационная система (ФГИС) – это система для регистрации, учета и маркировки

животных, включая сельскохозяйственных, домашних, зоопарковых животных, пушных зверей [110,62,147].

2) Программное обеспечение «1С: Предприятие 8. Цифровое животноводство. Оперативный учёт и управление производством. КРС» создано с целью организации процесса управления животноводческим предприятием. Программный продукт позволяет регистрировать фактические данные производства, контролировать соблюдение технологических регламентов, таких направлений как зоотехния, ветеринария, кормление, уход за молодняком, движение стада, выпуск продукции. Особенностью решения является возможность формирования производственных заданий, оперативной передачи их исполнителям и фиксации результатов проведения зоотехнических, лечебных, ветеринарных мероприятий по каждому животному [87].

3) Модуль «Ветеринария» цифровых платформ ИАС СЕЛЭКС «Молочный скот», ИАС СЕЛЭКС «Мясной скот» и ИАС СЕЛЭКС «Овцы». Данный модуль создан как интегрированный раздел информационно-аналитической системы СЕЛЭКС и предназначен для ведения ветеринарного учета в электронном виде. Модуль «Ветеринария» позволяет вести учет заболеваний и лечения, формировать амбулаторные карты каждого животного и проводить аналитику ветеринарного состояния стада. Он также обеспечивает автоматизацию формирования данных для мониторинга и анализа физиологического состояния стада, а также информационное обеспечение организации деятельности персонала, связанное с проведением ветеринарных мероприятий и предупреждением заболеваемости животных [158].

4) Автоматизированная система учета и регистрации животных «REGAGRO», включающая более 10 программ и мобильных приложений для ветеринарии и АПК. Одной из разработок компании «REGAGRO» является Карманный персональный компьютер – «КПК Ветврача», который позволяет проводить следующие действия: регистрация и идентификация животного, просмотр истории животного, сканирование визуальных и электронных средств маркирования с помощью КПК, синхронизация с базой данных АС «REGAGRO», работа с реестрами владельцев,

объектов, животных, печать документов, формирование актов о вакцинациях животных, формирование сопроводительных документов в лабораторию на отобранный от животных биологический материал, фиксация вакцинаций, исследований и санитарной обработки объекта в ветеринарной карте животного и карточке объекта [17,132,161].

К сопровождающим системам ветеринарной диагностики (которые следует отличать от CRM-систем и административно-хозяйственного учёта в том числе ветеринарии непродуктивных животных) можно отнести следующие программные решения [87]:

1) «DinaraVet», СППР-функционал: справочник лекарственных препаратов, используемых в ветеринарии. Платформа: Мобильное устройство, язык: русский;

2) «VetmemoDdx», СППР-функционал: дифференциальный диагноз в ветеринарии мелких животных. Платформа: Мобильное устройство, язык: английский;

3) «VIDAL - Ветеринария», СППР-функционал: справочник ветеринарных препаратов и диетических рационов. Платформа: Мобильное устройство, язык: русский;

4) «1С: Цифровое животноводство. Оперативный учет и управление производством. КРС», СППР-функционал: регистрация схем лечения, обязательных мероприятий в результате отелов и иных событий; план-задания осмотра животных; нормативы использования ветеринарных препаратов; учет вакцинации, ветеринарных исследований, лабораторных анализов; анализ здоровья стада. Платформа: персональный компьютер, язык: русский;

5) «REGAGRO – Ветеринарный врач», СППР-функционал: учет проводимых противоэпизоотологических обработок в животноводческих хозяйствах. Платформа: мобильное устройство, язык: русский;

6) «КОРАЛЛ – Диагностика болезней КРС», СППР-функционал: создание базы знаний, расчёт вероятности заболевания, рекомендации по лечению. Платформа: персональный компьютер, язык: русский [100].

Таким образом, определённая часть разработок в области цифровой поддержки ветеринарной деятельности представляют собой справочный материал с автоматизированной навигацией. Некоторые решения позволяют проводить учет проводимых обработок и исследований в животноводческих хозяйствах. Программное обеспечение «КОРАЛЛ – Диагностика болезней КРС» является системой поддержки принятия решений в области ветеринарной медицины, однако рассчитано на использование на персональном компьютере. На текущий момент в широком доступе программного обеспечения для поддержки процесса диагностики, в том числе болезней органов пищеварения, в виде формализованного процесса обследования животных с возможностью фиксации результатов в мобильном приложении – не представлено. При этом, разрабатываемый нами алгоритм оценки функций органов пищеварения, может быть включен в уже существующие приложения и платформы, дополняя их и расширяя их функционал, так как алгоритм разрабатывается с учетом программной обработки результатов исследования животных [71].

1.4. Основные болезни пищеварительной системы и нарушения метаболических процессов при интенсивном производстве молока

Высокопродуктивные животные характеризуются повышенной интенсивностью метаболизма, что обуславливает снижение их иммунобиологического статуса, даже при незначительных отклонениях в режимах кормления и содержания. Как следствие, их адаптационные возможности снижаются, делая их более уязвимыми к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. В условиях дефицита энергии и питательных веществ организм компенсирует

недостаток за счет катаболизма собственных тканей, процесс, регулируемый биологически активными соединениями. В отсутствие адекватной алиментарной компенсации развивается патологический процесс, инициированный нарушениями метаболизма. Выраженные нарушения обмена веществ являются основным патогенетическим механизмом развития ряда заболеваний, таких как ацидоз рубца, гепатоз, кетоз, смещение сычуга, алиментарное бесплодие, метаболические иммунодефициты, ламинит, нарушения репродуктивной функции и снижение содержания жира в молоке. Данные метаболические заболевания наиболее часто манифестируют в позднем сухостойном периоде и в начале лактации, когда организм коровы испытывает повышенную потребность в энергии и питательных веществах для синтеза молозива и молока. Глюкоза является основным энергетическим субстратом, и печень лакирующей коровы производит до 4-6 кг глюкозы в сутки. Для поддержания такого уровня глюконеогенеза требуется значительное количество прекурсоров, что обуславливает необходимость включения в рацион повышенной доли (до 70% по питательности) высокоэнергетических кормов, в частности, концентратов (комбикормов), характеризующихся высоким содержанием крахмала и протеина. Однако такой подход часто приводит к дисбалансу протеинового отношения в рационе. Рубцовая микрофлора не всегда способна эффективно перерабатывать столь высокое содержание крахмала. Это приводит к избыточному образованию молочной кислоты (лактата) и резкому снижению pH содержимого рубца до 5,5 и ниже, соответственно развивается ацидоз [116,193,199].

Поддержание оптимального метаболизма у высокопродуктивных коров требует обеспечения адекватного поступления протеинов, углеводов, липидов, витаминов, микро- и макроэлементов в оптимальных количествах и строго сбалансированных пропорциях, соответствующих их физиологическим потребностям. Доказано, что кормление играет определяющую роль в процессе молочного производства, оказывая влияние на его результат более чем на 50%. При этом затраты на кормление составляют значительную долю (60-70%) всех производственных издержек.

Использование традиционных систем кормления коров не всегда позволяет достичь высокого и устойчивого уровня молочной продуктивности, обеспечить сохранение здоровья и нормальный срок хозяйственного использования [203,196].

Важнейшим элементом пищеварительной системы является ротовая полость, которая отвечает за прием корма и жидкости [173]. Слизистая оболочка ротовой полости очень чувствительна к дефициту определенных компонентов пищи. Дефицит протеина в период развития зубов приводит к уменьшению их размера и массы, нарушению структуры эмали зубов. Более выраженные изменения происходят в мягких тканях, где наблюдается дегенерация соединительной ткани и периодонтальной связки, замедленное заживление ран и атрофия эпителия языка. Например, при недостатке комплекса витаминов группы В могут развиваться воспалительные изменения в эпителиальных тканях [153].

К наиболее распространённым заболеваниям головного отдела пищеварительной системы незаразной этиологии относят: стоматит, фарингит, эзофагит, закупорка пищевода. Также встречаются новообразование, сужение, дивертикул и разрыв пищевода, паротит, глоссит, язва языка, паралич глотки [64,117].

Заболевания преджелудков характеризуются нарушением (дистонией) моторной функции, что приводит к сбоям в работе всей пищеварительной системы и, в разной степени, других органов и систем организма. Гипотония преджелудков характеризуется понижением тонуса мышечной ткани рубца, сетки и книжки и ослаблением их сокращений. При атонии тонус мышц понижен настолько, что сокращения их клиническими исследованиями не устанавливают [102]. Из функциональных расстройств органов пищеварения острая атония рубца составляет более половины случаев [114].

Переполнение рубца (парез) проявляется избыточным заполнением рубца кормовыми массами, вызывающим его растяжение, болевой синдром, парез и нарушение моторики преджелудков. Тимпания рубца, в свою очередь,

характеризуется увеличением объема рубца из-за чрезмерного газообразования и затрудненного отхождения газов. [40,185].

Изменение pH преджелудков также формируют группу заболеваний: ацидозы при смещении pH содержимого рубца в кислую сторону и алкалозы при смещении pH содержимого рубца в щелочную сторону [117]. Ацидозы и алкалозы могут протекать с явлениями атонии, переполнения и тимпании [64].

Также встречаются следующие заболевания преджелудков: травматический ретикулит, паракеротоз и руминит, завал книжки, безоарная болезнь [64].

Болезни сычуга подразделяются на заболевания связанные с изменением положения сычуга (смещение сычуга, заворот сычуга) и протекающие без изменения его положения (абомазит, язва сычуга, безоарная болезнь) [6].

В кишечнике крупного рогатого скота заболевания часто протекают с явлениями воспаления и охватывают ближайшие отделы: гастроэнтерит характеризуется воспалением желудка и тонкой кишки, сопровождающимся функциональными расстройствами, а также в различной степени структурными (морфологическими) нарушениями работы желудка и тонкой кишки. Энтероколит характеризуется воспалением тонкой и толстой кишки, сопровождающимся нарушением их функционирования [64]. Гастроэнтероколит, проявляющийся поражением стенки желудка, тонкого и толстого отдела кишечника, расстройством пищеварения и нарушением других функций организма [102].

Дисбактериоз характеризуется нарушением подвижного равновесия микрофлоры, в норме заселяющей кишечник [64].

Печень, являясь центральным органом регуляции метаболизма и поддержания гомеостаза, выполняет ряд жизненно важных функций. Она принимает активное участие в метаболизме белков, углеводов, липидов, пигментов, витаминов и других биологически значимых веществ. Помимо этого, печень осуществляет экскрецию желчи, детоксикацию эндогенных и экзогенных токсинов, аккумулирует ионы железа и меди, и выполняет другие критически важные функции. Патологии печени и

желчевыводящих путей неизбежно приводят к нарушениям процессов желчеобразования и желчевыделения, а также к дисбалансу углеводного и липидного обмена. Кроме того, страдает синтез белков и мочевины, а также барьерная и другие функции печени. [106]. Наиболее распространёнными заболеваниями печени являются: гепатит, гепатоз, жировая дистрофия печени, цирроз, амилоидоз, абсцесс печени, токсическая дистрофия печени. Заболевания печени так же могут приводить к заболеваниям брюшины: асцит, перитонит [37,77].

Холецистит и холангит могут возникать как самостоятельные нозологические единицы, либо являться вторичными проявлениями заболеваний печени или желчекаменной болезни. Желчекаменная болезнь характеризуется формированием конкрементов в желчном пузыре и желчных протоках печени, что приводит к частичной или полной обструкции оттока желчи в кишечник. При заболеваниях печени и желчного пузыря нарушается обмен билирубина, избыток которого накапливается в тканях и приводит к появлению желтого окрашивания кожи, слизистых оболочек, склер глаз. Может развиваться печёночная недостаточность, портальная гипертензия, печеночная колика и печеночная кома [106,195,201].

Из расстройств метаболического профиля особое место занимают ацетонемия и кетоз в связи с массовостью их распространения и тяжестью поражения систем организма животного [89, 130].

В связи с разнообразными патологическими процессами в организме, вызванными дисфункцией эндокринной системы и нарушениями белкового, углеводного и жирового обменов, заболевание молочных коров кетозом протекает в двух формах: с выраженными клиническими симптомами – называемое ацетонемией и без характерных клинических симптомов – субклинический кетоз [3, 68, 106].

Кетоз – нарушение обмена веществ, характеризующееся повышением содержания кетоновых тел в жидкостях тела и снижением уровня глюкозы в крови. Повышенное содержание ацетона в молоке является индикатором кетоза. Концентрация ацетона в молоке на уровне 2 мг/100 мл указывает на субклиническую

форму кетоза. Для сравнения, содержание 6-7 мг ацетона в 100 мл молока эквивалентно 300 мг кетоновых тел в 1 мл крови [150,153, 189]. Регулярный еженедельный контроль высокопродуктивных коров в период с 2-й по 6-ю неделю лактации на наличие кетоза – эффективный способ своевременного выявления нарушений и принятия профилактических мер. Это позволяет оперативно скорректировать рацион и предотвратить развитие клинической формы заболевания. Также рекомендуется ежедневно проверять содержание глюкозы в крови, взятой из-под хвостовой вены или уха животного с помощью глюкометра у животных в новотельной группе. Показатель менее 1,3 е.д. будет свидетельствовать о развитии кетоза [149,65,105,192].

Таким образом, рассмотренные основные болезни пищеварительной системы и нарушения метаболических процессов должны включаться в протоколы исследования животных с целью ранней диагностики и предупреждения развития болезней и выбытия животных. Уточнение перечня наиболее распространённых болезней является целью научных изысканий настоящей работы.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Материалы исследований

Научно-исследовательская работа велась в 2022–2025 гг. на кафедре «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза» ФГБОУ ВО Вавиловского университета, в племзаводах АО «ПЗ«Мелиоратор» и АО «ПЗ «Трудовой» Марксовского района Саратовской области, 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 соответствие с поставленными задачами (Рисунок 2).

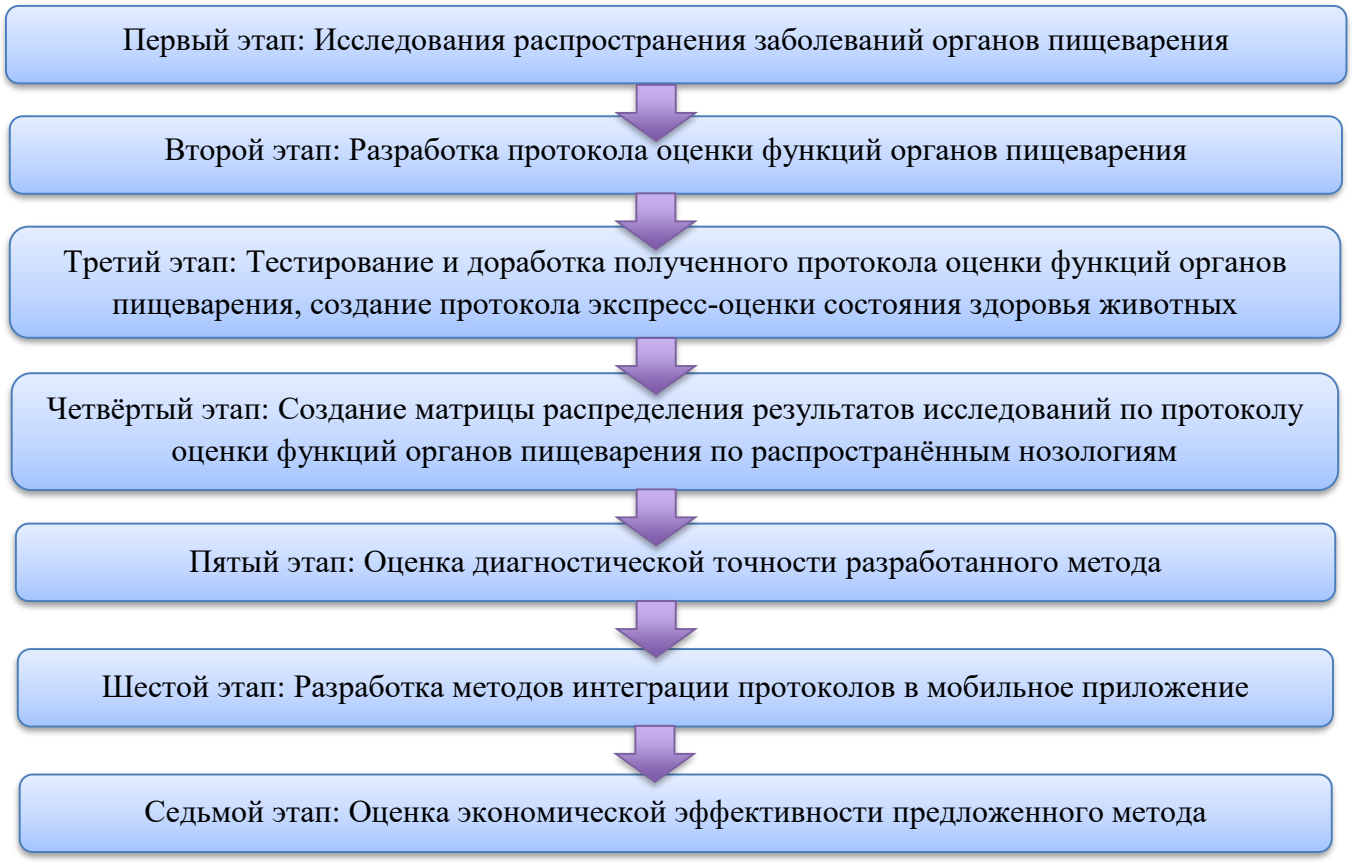


Рисунок 2 – Модель эксперимента диссертационной работы.

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.

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 ветеринарно-санитарная экспертиза» 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 органолептическим методом путем анализа свежего навоза (Мороз М. Т., Захаров В. В., Саморуков В. И., 2023) с использованием следующей шкалы: 1 – Навоз глянцевый, однородный, консистенции кремообразной эмульсии, непереваренные частицы отсутствуют и не обнаруживаются (соответствует нормальным показателям для дойных коров); 2 – Навоз глянцевый, однородный и гладкий, визуализируется или пальпируется незначительное количество непереваренных частиц; 3 – Навоз имеет слегка матовый оттенок и неоднородную структуру при пальпации; при сжатии руки в кулак и последующем разжатии к пальцам прилипают фрагменты непереваренных волокон; 4 – Навоз матовый, содержит заметное количество крупных непереваренных частиц корма; при сжатии руки в кулак и последующем разжатии остается шарик из непереваренного корма; 5 – Навоз матовый, отчетливо ощущаются крупные частицы корма, легко идентифицируются непереваренные компоненты.

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

проводили с помощью прибора MicroCC20vet, который позволял определить следующие параметры (Таблица 1).

Таблица 1– Определяемые параметры общего анализа крови (ОАК)

Параметр	Расшифровка	Единицы измерения
HGB	Гемоглобин	г/л
HCT	Гематокрит	%
RBC	Эритроциты	10^{12}/л
RDW	Ширина распределения эритроцитов	fl
WBC	Лейкоциты	10^{9}/л
LYMPH	Лимфоциты	%
GRAN	Гранулоциты	%
MID	Моноциты	%
MCV	Средний объем эритроцита	%
PLT	Тромбоциты	10^{9}/л
MPV	Средний объем тромбоцита	г/л
PCT	Тромбокрит	%
PDW	Ширина распределения тромбоцитов	fl

Биохимический анализ крови проводили с помощью прибора BichemSA, который позволял определить следующие параметры (Таблица 2).

Таблица 2 – Определяемые параметры биохимического анализа крови (БхАК)

Параметр	Единицы измерения
Билирубин общ.	мкмоль/л
Билирубин прямой	мкмоль/л
АСТ	Ед./л
АЛТ	Ед./л
Белок	г/л
Креатинин	мкмоль/л
Мочевина	ммоль/л
Глюкоза	ммоль/л
Щелочная фосфатаза	Ед./л
Кальций	ммоль/л
Фосфор	ммоль/л
Магний	ммоль/л

Общий анализ мочи исследуемых животных проводили с помощью прибора CL-50 на следующие показатели (Таблица 3).

Таблица 3 – Определяемые параметры общего анализа мочи (ОАМ)

Показатели		Единицы измерения
Физико-химические свойства		
Запах		Органолептически
Цвет		Визуально
Прозрачность		Визуально
Консистенция		Визуально
Относительная плотность		г/см^3
Кислотность (pH)		ед.
Лейкоциты авт.подсчёт		Cell/ul
Белок		г/л
Глюкоза (сахар)		ммоль/л
Уробилиноген		ммоль/л
Билирубин		ммоль/л
Кетоны		ммоль/л
Кровь		ммоль/л
Нитриты		+/-
Рефрактометрия		
Удельный вес		г/см^3
Протеинурия		г/л
Микроскопия осадка		
Эпителий	Плоский	в п.з.
	Цилиндрический	в п.з.
	Переходный	в п.з.
	Круглый	в п.з.
Лейкоциты		в п.з.
Эритроциты	Неизмененные	в п.з.
	Измененные	в п.з.
Цилиндры		в п.з.
Цилиндоиды		в п.з.
Кристаллы		в п.з.
Бактериоскопия		в п.з.

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 (физиологичная 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 кластеризации с целью определения системы оценки вводимых пользователем результатов как вариантов ответов из протокола исследования животного. На основании анализа составлялась база правил для создания матрицы распределения вариантов ответов по диагностируемым нозологическим единицам. Разработка алгоритма приложения на основании полученной кластерной группировки и 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 «M», а также стандартного отклонения «± SD».

3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Анализ распространенности заболеваний пищеварительной системы в условиях животноводческого предприятия

Исследование проводилось в 2023 году в животноводческом хозяйстве АО «ПЗ Мелиоратор» Марксовского 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., результаты анализа данных представлены в Таблице 4 [160].

Таблица 4 – Выбраковка крупного рогатого скота по болезням органов пищеварения и нарушениям метаболического профиля за 2018-2023 гг.

Год	Заболевания органов пищеварения и метаболического профиля (% от поголовья)	Выбраковка за год (% от поголовья)	Общий % выбранных заболеваний от всех причин выбраковки
2018	Цирроз печени (1,3); травматический ретикулит (0,1); перитонит (0,8); дисбактериоз (0,1); кахексия (3,8), остеодистрофия (0,6); ожирение (1,2); тимпания (0,2); кетоз (0,2). Всего: 8,3.	26,7	31,1
2019	Цирроз печени (2,5); травматический ретикулит (0,1); перитонит (1,4); кахексия (3,4), остеодистрофия (1,1); ожирение (0,4); тимпания (0,2); кетоз (0,1); гепатоз (0,1). Всего: 9,3.	27,7	33,6
2020	Цирроз печени (6,6); травматический ретикулит (0,1); дисбактериоз (0,2); перитонит (1,4); кахексия (2,5), остеодистрофия (0,8); ожирение (1,1); тимпания (0,2); кетоз (0,3). Всего: 13,2.	27,5	48
2021	Цирроз печени (2,4); травматический ретикулит (0,3); перитонит (0,8); кахексия (2,4), остеодистрофия (0,8); ожирение (0,1); кетоз (0,1); энтерит (0,2); воспаление сычуга (0,2); диарея (0,1); гематома пищевода (0,1); смещение сычуга (0,1). Всего: 7,6.	25,3	30
2022	Цирроз печени (3,9); травматический ретикулит (0,3); перитонит (1,3); дисбактериоз (0,1); кахексия (2,5), ожирение (0,3); тимпания (0,1); диарея (0,1); закупорка книжки (0,2). Всего: 8,8.	31,7	27,8
2023	Цирроз печени (3,9); травматический ретикулит (0,1); перитонит (1,7); дисбактериоз (0,1); кахексия (4,1), остеодистрофия (0,1); ожирение (0,3); тимпания (0,8); кетоз (0,1) энтерит (0,1); смещение сычуга (0,1). Всего: 11,4	22,6	50,4

Выполнив расчёт доли заболеваний пищеварительной системы (в %) от всех причин выбраковки животных, можно отметить, что выбраковка по болезням органов пищеварения и метаболического профиля в среднем составляет 36,8% от всех причин выбраковки, а в некоторые годы выбраковка животных с болезнями органов пищеварения составляет до половины от всех случаев выбраковки животных в хозяйстве – 50,4%. Наиболее распространёнными заболеваниями пищеварительной системы в данном хозяйстве являются болезни печени, 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 [160].

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 [160]. 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 физиологичных и патологичных результатов обследования

Порядок исследований в протоколе оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота определяется доступностью и необходимостью применения того или иного метода. Так, осмотр является более доступным методом, который позволяет выявить явные симптомы, в отличие от исследования физиологических жидкостей организма, параметры которых будут говорить о наличии скрытых патологий. Таким образом, исследование животного в рамках оценки должно начинаться с оценки габитуса, далее необходимо последовательно изучить органы пищеварения, начиная с ротовой полости, далее поэтапно исследуя животного по всем отделам пищеварительного канала, соответственно (Таблица 5).

Таблица 5 – Протокол оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота и варианты результатов исследования

№	Оцениваемый параметр	Варианты результатов оценки
1. Оценка общего состояния		
1	Упитанность	1 – упитанность средняя и ниже средняя (1,5-3,5 балла); 2 – упитанность высшая (4 балла и более); 3 – тощая (1,0-1,4 балла) 4 – истощение/кахексия (менее 1 балла).
2	Способность к движению (положение тела в пространстве)	1 – животное двигается свободно; 2 – шаткая походка; 3 – хромота; 4 – вынужденное стоячее; 5 – вынужденное лежачее; 6 – вынужденные движения.

Продолжение Таблицы 5.

3	Состояние тонуса мышц	1 – нормальное; 2 – слабость; 3 – мышечная дрожь; 4 – судороги.
4	Реакция на раздражители	1 – нормальная реакция на окружающие раздражители; 2 – сниженная реакция / сонливость; 3 – угнетение; 4 – коматозное состояние; 5 – повышенная возбудимость.
5	Волосяной покров	1 – гладкий, блестящий, плотно прилегает к коже и направлен преимущественно в одну сторону; 2 – взъерошенный и/или тусклый; 3 – волосяной покров неравномерный, с очагами алопеции; 4 – загрязнён.
6	Поверхность кожи	1 – без повреждений; 2 – ссадины, раневая травматизация; 3 – кожные сыпи; 4 – язвы, пролежни; 5 – другие повреждения/изменения.
7	Эластичность кожи	1 – хорошая, складка расправляется без задержки; 2 – умеренно снижена, кожа расправляется с задержкой более 10 сек.; 3 – резко снижена.
8	Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	1 – не увеличены, гладкие, подвижные, безболезненные, с нормальной температурой покрывающей их кожи. 2 – увеличены или патологически изменены.
9	Лимфатические узлы туловища (предлопаточные, коленной складки, надвыменные узлы)	1 – не увеличены, гладкие, подвижные, безболезненные, с нормальной температурой покрывающей их кожи; 2 – увеличены или патологически изменены.
10	Температура тела	1 – 37,5-39,5 °С; 2 – более 39,5 °С; 3 – менее 37,5 °С.
11	Пульс	1 – 50-80 (норма); 2 – более 80 (учащён); 3 – менее 50 (снижен).
12	Количество дыхательных движений	1 – 12-25 (норма); 2 – более 25 (учащённо); 3 – менее 12 (снижено).

Продолжение Таблицы 5.

2. Исследование ротовой полости и пищевода		
13	Приём корма и питья, аппетит	1 – в норме; 2 – легкая степень расстройства жевания, вялое жевание; 3 – затрудненное или болезненное жевание, затрудненное или болезненное глотание; 4 – отсутствие приема корма и питья; 5 – слюнотечение; 6 – извращение аппетита; 7 – повышение аппетита.
14	Запах из ротовой полости	1 – свойственный животному; 2 – неприятный; 3 – кислый; 4 – гнилостный; 5 – зловонный; 6 – ацетона.
15	Слизистая ротовой полости и дёсен	1 – бледно-розового цвета, не воспалена. 2 – патологически изменена (гиперемия/ узелки/ пузырьки / эрозии /язвы / раны и т.п.); 3 – желтушность; 4 – побледнение; 5 – геморрагические явления; 6 – синюшность.
16	Язык	1 – без повреждений; 2 – серо-белый налёт; 3 – механические повреждения; 4 – патологические изменения (эрозии, язвы, 5 – новообразования
17	Глотка и шейная часть пищевода	1 – при пальпации ощущается как тонка прослойка тканей, безболезненна; 2 – пальпация вызывает болевые ощущения/ кашель/ пустые глотательные движения и, или инфильтрация (опухлость) тканей; 3 – другие изменения (уплотнения, скопление кормовых масс и т.п.).
18	Параметр pH слюны	1 – 8,0–8,5 (нормальный); 2 – 7,9 и меньше (отклонение в кислую сторону); 3 – 8,6 и больше (отклонение в щелочную сторону).
3. Исследование живота, преджелудков, сычуга и печени.		
19	Форма живота	1 – брюшные стенки симметричные, объем живота не увеличен; 2 – брюшные стенки несимметричны, значительное увеличение объема живота слева; 3 – брюшные стенки несимметричны, значительное увеличение объема живота справа; 4 – брюшные стенки симметричные, объем живота уменьшен.

Продолжение Таблицы 5.

20	Осмотр голодной ямки	1 – голодные ямки с 2 сторон симметричны (после кормления, левая голодная ямка выровнена); 2 – левая голодная ямка выпячена; 3 – правая голодная ямка выпячена; 4 – левая и/или обе голодные ямки запавшие;
21	Стенки рубца пальпация	1 – безболезненна, наполнение умеренное; 2 – безболезненна, наполнение недостаточное; 3 –безболезненна, напряженная, упругая, переполнение рубца; 4 – болезненна, наполнение слабое или умеренное; 5 – болезненная, напряженная, упругая, переполнение рубца.
22	Консистенция содержимого рубца (пальпаторное определение)	1 – тестообразное (после надавливания кулаком или пальцем в течение 10 с остается след в форме ямки); 2 – кашицеобразное 3 – жидкое (флуктуация); 4 – плотное; 5 – не определяется из-за напряженной стенки рубца; 6 – не определяется из-за недостаточного наполнения.
23	Рубцовые сокращения за 2 минуты	1 – два-пять; 2 – одно; 3 – нет; 4 – шесть и более.
24	Рубца перкуссия	1 – умеренный тимпанический звук; 2 – усиленный тимпанический звук; 3 – притупленный (тупой) звук.
25	Рубца аускультация	1 – хруст, треск или крепитация; 2 – звуки не прослушиваются; 3 – усиленные шумы.
26	Сетка (при надавливании кулаком в области мечевидного хряща с упором локтя на колено) «Проба пальпацией»	1 – безболезненна; 2 – болезненна;
27	Сетка (при надавливании пальцами в 10-м межреберье, одновременно слева и справа на уровне плечевого сустава) «Проба Нортсрема»	1 – безболезненна; 2 – болезненна;
28	Сетка (при подъеме головы до горизонтального положения лба и собирания кожи на холке) «Проба Рюкга»	1 – безболезненна; 2 – болезненна;

Продолжение Таблицы 5.

29	Сетка (при перкуссии по линии прикрепления диафрагмы)	1 – безболезненна; 2 – болезненна;
30	Книжки пальпация (справа на уровне 7-10-го ребра по линии лопатко-плечевого сустава, сильное надавливание в область межреберья)	1 – безболезненна; 2 – болезненна;
31	Книжки аускультация	1 – негромкие крепитирующие шумы; 2 – нет звуков или звук значительно ослаблен; 3 – усиленные шумы.
32	Сычуга пальпация (в правом подреберье, позади реберной дуги, начиная от мечевидного отростка грудной кости и до соединения 12-го ребра с его хрящом)	1 – безболезненна; 2 – болезненна;
33	Сычуга перкуссия	1 – притупленный звук; 2 – тупой или ослабленный звук; 3 – выраженный тимпанический звук.
34	Сычуга аускультация	1 – мягкий звук переливания; 2 – нет звука или он ослаблен; 3 – усиленный звук перистальтики.
35	Печени пальпация (в области от 8-го межреберья до позвоночного конца последнего ребра, где задняя верхняя часть печени выступает за край легкого, соприкасается с реберной стенкой и доступна исследованию)	1 – безболезненна; 2 – болезненна;
36	Печени перкуссия (область печеночной тупости, занимающая с правой стороны верхнюю часть 10-, 11- и 12-го межреберных промежутков в виде неправильного четырехугольника, прилегающего к задней границе поля перкуссии легкого, верхняя граница печеночной тупости сливается с почечной тупостью, а задняя граница в последнем межреберье спускается вниз почти до линии маклока, идет вперед и вниз до места пересечения границы легкого с 10-м ребром)	1 – не увеличена; 2 – увеличена; 3 – уменьшена.
4. Исследование кишечника и дефекации		
37	Пальпация в области тонкого кишечника (в нижней части брюшной полости с правой стороны)	1 – безболезненна, стенка не напряжена; 2 – болезненна, стенка не напряжена; 3 – болезненна, стенка напряжена.

Продолжение Таблицы 5.

38	Тонкого кишечника аускультация	1 – звуки перистальтики, переливания и журчания; 2 – звуки ослаблены или их нет; 3 – звуки перистальтики усилены.
39	Пальпация в области толстого кишечника (в верхней части брюшной полости с правой стороны)	1 – безболезненна, стенка не напряжена; 2 – болезненна, стенка не напряжена; 3 – болезненна, стенка напряжена.
40	Толстого кишечника аускультация	1 – звуки перистальтики, переливания и журчания; 2 – звуки ослаблены или их нет; 3 – звуки перистальтики усилены.
41	Анальное отверстие	1 – нет следов фекалий или незначительное загрязнение; 2 – средняя степень загрязнения; 3 – сильно загрязнено;
42	Характеристика дефекации	1 – поведение спокойное, дефекация каждые 1,5-2 ч, продолжительностью 3-10 с; 2 – поведение беспокойное/болезненность; 3 – понос; 4 – непроизвольная дефекация; 5 – замедление дефекации/запор.
5. Исследование фекалий		
43	Фекалии консистенция	1 – кашицеобразные, при падении на землю принимают вид «волнистой лепешки»; 2 – плотной консистенции; 3 – разжиженные; 4 – жидкие; 5 – водянистые; 6 – пенистые; 7 – фекалий нет.
44	Цвет фекалий	1 – соответствует корму (зеленый оттенок при пастбищном, желто-бурый – при грубых кормах, сероватый – кукуруза, зерно); 2 – сероватый, глинистый оттенок, который не соответствует корму; 3 – желтоватый, не соответствует корму; 4 – вишнево-красный цвет; 5 – темно-коричневый; 6 – землистый, черный; 7 – белесый.

Продолжение Таблицы 5.

45	Запах фекалий	1 – свойственный данному виду животному; 2 – резко кислый; 3 – гнилостный; 4 – затхлый; 5 – зловонный.
46	Переваримость корма и примеси в фекалиях	1 – навоз однородный, непереваренные частицы клетчатки до 0,5 см (неразличимы); 2 – навоз однородный, непереваренные частицы клетчатки до 1,5 см в небольшом количестве; 3 – навоз немного неоднородный, при сжатии в кулак к пальцам прилипают фрагменты непереваренных волокон, 4 – навоз содержит грубые непереваренные частица корма, при сжатии в кулак остаётся шарик из непереваренных частиц; 5 – множество грубых частиц корма (более 1,5 см); 6 – сгустки слизи; 7 – кровь; 8 – гной; 9 – кишечные паразиты; 10 – песок; 11 – конкременты; 12 – безоары; 13 – другие инородные предметы.
47	Реакция pH фекалий	1 – слабокислая/ нейтральная (6,8-7,5); 2 – кислая (менее 6,8); 3 – слабощелочная (7,6-8,6); 4 – щелочная (более 8,7).
6. Исследование мочи с помощью тест-полосок		
48	Лейкоциты	1 – не определяется (менее 15 лейкоцитов/мкл); 2 – 15 лейкоцитов/мкл; 3 – 70,0 лейкоцитов/мкл; 4 – 125 лейкоцитов/мкл; 5 – ≥ 500,0 лейкоцитов/мкл.
49	Кровь/гемоглобин	1 – не определяется (менее 10 эри/мкл); 2 – 10 эри/мкл; 3 – 25 эри/мкл; 4 – 50 эри/мкл 5 – ≥ 250 эри/мкл.
50	Кетоновые тела	1 – не определяется (менее 0,5 ммоль/л); 2 – 0,5 ммоль/л; 3 – 1,5 ммоль/л; 4 – 4,0 ммоль/л; 5 – 8,0 ммоль/л; 6 – ≥16,0 ммоль/л.

Продолжение Таблицы 5.

51	Белок	1 – не определяется (менее 0,1 г/л); 2 – 0,1 г/л; 3 – 0,3 г/л; 4 – 1,0 г/л; 5 – 3,0 г/л; 6 – ≥ 10,0 г/л.
52	Нитриты	1 – не определяется 2 – определяется (существенная бактериурия 0,1-0,3 мг/дл)
53	Билирубин	1 – не определяется (менее 9,0 ммоль/л); 2 – 9,0 ммоль/л; 3 – 17,0 ммоль/л; 4 – ≥ 50,0 ммоль/л.
54	Уробилиноген	1 – 3,5 мкмоль/л (норма) или 0,2 мг/дл; 2 – 17,5 мкмоль/л или 1,0 мг/дл; 3 – 35,0 мкмоль/л или 2,0 мг/дл; 4 – 70,0 мкмоль/л или 4,0 мг/дл; 5 – 140,0 мкмоль/л или 8,0 мг/дл; 6 – ≥ 210,0 мкмоль/л или ≥ 12,0 мг/дл.
55	Глюкоза	1 – не определяется (менее 2,8 ммоль/л или 50 мг/дл). 2 – 5,6 ммоль/л; 3 – 14,0 ммоль/л; 4 – 28,0 ммоль/л; 5 – ≥ 56,0 ммоль/л.
56	Мочи pH	1 – 6,0-7,0 ед.; 2 – 8,0 ед.; 3 – 9,0 ед.; 4 – 10,0 ед. и более; 5 – 5,0 ед и менее.
57	Относительная плотность	1 – 1,015-1,030 и более; 2 – 1,010-1,000; 3 – не определяется (менее 1,000);
58	Аскорбиновая кислота	1 – не определяется (менее 10,0 мг/дл); 2 – 10,0; 3 – 20,0; 4 ≥ 40,0 мг/дл.
7. Исследование крови		
59	Глюкоза	1 – 2,1-4,1 ммоль/л; 2 – 2,0 -1,3 ммоль/л; 3 – 1,2-1,0 ммоль/л; 4 – 4,2-5,2 ммоль/л; 5 – 5,3-6,3 ммоль/л; 6 – 6,4-7,4 ммоль/л; 7 – 7,5-8,5 ммоль/л; 8 – 8,6-9,6 ммоль/л; 9 – 9,7 и более ммоль/л.

Продолжение Таблицы 5.

60	Кетоновые тела	1 – 0,0 ммоль/л; 2 – 1 ммоль/л; 3 – 2 ммоль/л; 4 – 3 ммоль/л; 5 – 4 ммоль/л; 6 – 5 ммоль/л; 7 – 6 ммоль/л; 8 – 7 ммоль/л; 9 – 8 ммоль/л.

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 не следует логическому построению от большего к меньшему или наоборот, а подчиняется подобному 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.

Рассмотрим ситуацию, когда у животного наблюдается механическая травма языка (прикус языка) при отсутствии поражения других органов: если использовать

традиционный способ выявления данного заболевания опытным ветеринарным специалистом, он займёт меньше времени, чем ручное заполнение формы с перебором всех вариантов, характеризующих состояния других органов, ведь если бы ответы не выставлялись стандартно физиологичными, приходилось бы выбирать каждый вариант из 60 исследований вручную. Таким образом, выполнив исследование по разработанному Протоколу, ветеринарному врачу не придётся заполнять, например, подробное описание раздела фекалий, если он визуально оценивает, что процесс дефекации и характеристика фекалий в норме и этиологически не связана с выявленным заболеванием. Данный подход приближает использование Протокола к реальной практике ветеринарного специалиста и не добавляет ему излишней работы с электронными документами (формой Протокола оценки). Также принятие варианта «1» за норму, делает форму легко читаемой, так как при заполнении и дальнейшей работе с историей болезни не обязательно раскрывать список и проверять какой смысл закреплён за данным значением цифры.

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 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 6), данный способ является более быстрым подходом, чем написание классической истории болезни согласно правилам полного клинического обследования животных.

Таблица 6 – Результаты анализа мочи у исследуемой группы крупного рогатого скота по разработанному протоколу

Показатели	Вариант исследований															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	норма
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 15 пунктов (Таблица 7), большая часть из которых фиксируется визуально: упитанность, способность к движению, состояние тонуса мышц, реакция на раздражители, волосяной покров, аппетит, форма живота, консистенция фекалий, характеристика дефекации – то есть те биологические маркеры, которые можно собрать за ограниченное время, но тем не менее их отклонение укажет на нарушения

гомеостатического равновесия организма и возможной патологии. Дополнительные методы нужны для быстрого выявления распространённых заболеваний: температура тела – для исключения заразной патологии или указания на острое развитие болезни (особенно при изменении частоты пульса и дыхания), рубцовые сокращения – прямой маркер процесса пищеварения, реакция pH фекалий – укажет на кислотно-основной баланс или его нарушение, а глюкоза крови – на энергетические резервы организма или их возможное истощение (и предположительное развитие кетоза).

Таблица 7 – Протокол экспресс-оценки состояния здоровья для регулярного обследования животных

№	Оцениваемый параметр	Варианты результатов оценки
	1. Оценка общего состояния	
1	Упитанность	1 – упитанность средняя и ниже средняя (1,5-3,5 балла); 2 – упитанность высшая (4 балла и более); 3 – тощая (1,0-1,4 балла) 4 – истощение/кахексия (менее 1 балла).
2	Способность к движению (положение тела в пространстве)	1 – животное двигается свободно; 2 – шаткая походка; 3 – хромота; 4 – вынужденное стоячее; 5 – вынужденное лежачее; 6 – вынужденные движения.
3	Состояние тонуса мышц	1 – нормальное; 2 – слабость; 3 – мышечная дрожь; 4 – судороги.
4	Реакция на раздражители	1 – нормальная реакция на окружающие раздражители; 2 – сниженная реакция / сонливость; 3 – угнетение; 4 – коматозное состояние; 5 – повышенная возбудимость.
5	Волосяной покров	1 – гладкий, блестящий, плотно прилегает к коже и направлен преимущественно в одну сторону; 2 – взъерошенный и/или тусклый; 3 – волосяной покров неравномерный, с очагами алопеции; 4 – загрязнён.
6	Температура тела	1 – 37,5-39,5 °C; 2 – более 39,5 °C; 3 – менее 37,5 °C.

Продолжение Таблицы 7

7	Пульс	1 – 50-80 (норма); 2 – более 80 (учащён); 3 – менее 50 (снижен).
8	Количество дыхательных движений	1 – 12-25 (норма); 2 – более 25 (учащённо); 3 – менее 12 (снижено).
9	Приём корма и питья, аппетит	1 – в норме; 2 – легкая степень расстройства жевания, вялое жевание; 3 – затрудненное или болезненное жевание, затрудненное или болезненное глотание; 4 – отсутствие приема корма и питья; 5 – слюнотечение; 6 – извращение аппетита; 7 – повышение аппетита.
10	Форма живота	1 – брюшные стенки симметричные, объем живота не увеличен; 2 – брюшные стенки несимметричны, значительное увеличение объема живота слева; 3 – брюшные стенки несимметричны, значительное увеличение объема живота справа; 4 – брюшные стенки симметричные, объем живота уменьшен.
11	Рубцовые сокращения за 2 минуты	1 – два-пять; 2 – одно; 3 – нет; 4 – шесть и более.
12	Фекалии консистенция	1 – кашицеобразные, при падении на землю принимают вид «волнистой лепешки»; 2 – плотной консистенции; 3 – разжиженные; 4 – жидкие; 5 – водянистые; 6 – пенистые.
13	Реакция pH фекалий	1 – слабокислая/ нейтральная (6,8-7,5); 2 – кислая (менее 6,8); 3 – слабощелочная (7,6-8,6); 4 – щелочная (более 8,7).
14	Дефекация	1 – поведение спокойное, дефекация каждые 1,5-2 ч, продолжительностью 3-10 с; 2 – поведение беспокойное/болезненность; 3 – понос; 4 – непроизвольная дефекация; 5 – замедление дефекации/запор.
15	Глюкоза крови	1 – 2,1-4,1 ммоль/л; 2 – 2,0 -1,3 ммоль/л; 3 – 1,2-1,0 ммоль/л; 4 – 4,2-5,2 ммоль/л; 5 – 5,3-6,3 ммоль/л; 6 – 6,4-7,4 ммоль/л; 7 – 7,5-8,5 ммоль/л; 8 – 8,6-9,6 ммоль/л; 9 – 9,7 и более ммоль/л.

Разработанный протокол экспресс-оценки 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.

Варианты результатов расположены таким образом, что первое значение является физиологической нормой, поэтому распределение физиологичных и патологичных вариантов ответов по заполняемой форме выглядит следующим образом (Таблица 8):

Таблица 8 – Распределение ответов по протоколу экспресс-оценки для регулярного обследования животных.

Номер исследования	Физиологическая норма (или допустимое значение)	Отклонение
1	1,2	3,4
2	1	2,3,4,5,6
3	1	2,3,4
4	1,5	2,3,4
5	1,4	2,3
6	1	2,3
7	1	2,3
8	1	2,3
9	1	2,3,4,5
10	1	2,3,4
11	1	2,3,4
12	1	2,3,4,5,6,7
13	1	2,3,4
14	1	2,3,4,5
15	1	2,3,4,5,6,7,8,9

Полученное распределение заложено в основу алгоритма и приложения для оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота, как предварительная диагностика в рамках регулярного обследования животных.

3.4. Разработка матрицы распределения вариантов ответов из протокола оценки функций органов пищеварения по распространённым болезням 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 определение атрибутивных свойств регистрируемых признаков при обследовании животных (Таблица 9). Представленное таким образом разделение исследует фундаментальные аспекты ветеринарной нозологии и формализирует следующие кластерные группы: прямые признаки болезни, косвенные признаки болезни, допустимые наблюдаемые варианты параметров организма (регистрируемые признаки) при рассматриваемой болезни и недопустимые регистрируемые признаки при рассматриваемой болезни.

Таблица 9 – 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 значение	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?

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. 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 ветеринарно-санитарная экспертиза» ФГБОУ ВО Вавиловского университета (Таблица 10).

Таблица 10 – Матрица признаков болезней по разработанному протоколу

Заболевание	Исследуемый параметр	Прямые признаки	Косвенные признаки	Допустимое значение	Недопустимые значения
1. Ацидоз	1. Упитанность	-	3	1,2,4	-
	2. Способность к движению	2,3,5	-	1,4	6
	3. Состояние тонуса мышц	2,3	-	1	4
	4. Реакция на раздражители	2,3,4	-	1	5
	5. Волосяной покров	2	-	1,3,4	-
	6. Поверхность кожи	-	-	1,2,4,5	3
	7. Эластичность кожи	2,3	-	1	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	-	1	2
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	2	-	1,3	-
	11. Пульс	2	-	1,3	-
	12. Количество дыхательных движений	2	-	1,3	-
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,4,5	3	6	1,7
	14. Запах из ротовой полости	3	2	-	1,4,5,6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	-	3	1,4,6	2,5
	16. Язык	2	-	1,4	3,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2,3

Продолжение Таблицы 10

	18. Параметр pH слюны	3	-	1	2
	19. Форма живота	2	4	1	3
	20. Осмотр голодной ямки	2	4	1	3
	21. Стенки рубца пальпация	3,5	4	1,2	-
	22. Консистенция содержимого рубца	5,2,3	-	1,4,6	-
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	2,3	-	-	1,4
	24. Рубца перкуссия	2	3	1	-
	25. Рубца аускультация	2	-	-	1,3
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	2	1	-
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	2	1	-
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	2	1	-
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	2	1	-
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	2	-	-	1,3
	32. Сычуга пальпация	-	-	1,2	-
	33. Сычуга перкуссия	-	-	1,2,3	-
	34. Сычуга аускультация	2	-	1	3
	35. Печени пальпация	2	-	1	-
	36. Печени перкуссия	2	-	1	3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1,2,3	-
	38. Тонкого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1,2,3	-
	40. Толстого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	41. Анальное отверстие	3	-	1,2	-
	42. Характеристика дефекации	2,3,5	-	1	4
	43. Фекалии консистенция	2,3,4,5		1,6,7	-
	44. Цвет фекалий	2,7	-	1	3,4,5,6
	45. Запах фекалий	2	3,4,5	1	-
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	2,3,4,5,6	7	9	1,8,10,11, 12,13
	47. Реакция pH фекалий	2	-	1	3,4
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	2,3	1	4,5,6
	51. Моча: белок	2,3,4,5	-	1,6	-
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	-	2,3	1	4
	54. Моча: уробилиноген	-	2,3	1	4,5,6
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	5	-	1	2,3,4
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1,2,3	4
	59. Кровь: глюкоза	2	3	1	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	2	1,3	4,5,6,7,8,9

Продолжение Таблицы 10 в приложении 11.

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. Так, при анализе множества литературных источников, было отмечено, что при рассмотрении отдельных нозологических единиц авторами не предоставляется полный перечень вариантов регистрируемых признаков по каждому отделу и параметру пищеварительной системы, например, при обсуждении клинической картины кетоацидоза отмечается поражение печени, однако отдельно не обсуждается желтушность слизистых оболочек как косвенный признак данной болезни, который является одним из гепатологических синдромов. Таким образом, представленный в настоящей работе подход синтезирует различные сведения о регистрируемых признаках при обследовании животных и предоставляет созданную на основе кластерного подхода матрицу признаков болезней, которая может служить базой правил системы поддержки принятия решений в области ветеринарной диагностики.

3.5. Оценка диагностической точности полученного алгоритма оценки функций органов пищеварения клиническими и лабораторными методами

Эффективность предложенного метода можно оценить, основываясь на диагностической точности разработанного 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» Марксовского района Саратовской области, далее эту же группу животных обследовали полным набором клинических и лабораторных методов с целью проведения сравнения результатов первого и второго варианта обследований.

В результате было исследовано 30 голов крупного рогатого скота голштинской 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. Таким образом, с помощью протокола удалось выявить 9 животных с клинически выраженными признаками нарушения метаболизма и болезней пищеварительной системы, а также 4 животных с отклоняющимися показателями здоровья, которые могут указывать на начальное развитие патологии или скрытое протекание болезни.

Далее данную группу животных подвергли полному клиническому обследованию согласно принятому в ветеринарной медицине алгоритму проведения клинической диагностики заболеваний, который включал методы визуальной оценки (осмотр) и физикальные методы (пальпацию, перкуссию, аускультацию).

С помощью клинических методов были выявлены следующие заболевания пищеварительного отдела: 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.

У животных с клинически выраженными симптомами кетоза наблюдались следующие изменения гематологических показателей (Таблица 11): снижение ширины распределения эритроцитов при увеличении объема эритроцитов, что может указывать на подавление эритропоэза; увеличение количества лейкоцитов, вероятно, вследствие воспалительных процессов и метаболического стресса; уменьшение количества моноцитов, связанное с их накоплением в пораженных органах или миграцией в очаги воспаления; увеличение среднего объема и ширины распределения тромбоцитов, что свидетельствует об активации тромбоцитов и нарушении тромбоцитопоэза, связанном с воспалением и повышенным потреблением тромбоцитов. Эти изменения в совокупности указывают на нарушение

перераспределения кровяных клеток и изменение процессов их образования и утилизации на фоне метаболических нарушений, вызванных кетозом.

Таблица 11 – Результаты общего анализа крови (ОАК) животных с диагнозом кетоз

Параметр	Расшифровка	Единицы измерения	Референсное значение	Результат M±m
HGB	Гемоглобин	г/л	80,0-150,0	135,0±5,1
HCT	Гематокрит	%	28,0-46	41,5±0,6
RBC	Эритроциты	10^{12}/л	5,2-8,2	5,3±1,5
RDW	Ширина распределения эритроцитов	fl	23,0-28,6	15,8±0,9
WBC	Лейкоциты	10^{9}/л	5,3-16,6	17,7±2,4
LYMPH	Лимфоциты	%	45,0-75,0	64,8±2,3
GRAN	Гранулоциты	%	-	34,6±1,5
MID	Моноциты	%	2,0-5,0	0,6±0,3
MCV	Средний объем эритроцита	%	40,0-60,0	75±3,6
PLT	Тромбоциты	10^{9}/л	120,0-820,0	485±64
MPV	Средний объем тромбоцита	г/л	3,8-7,0	9,6±0.4
PCT	Тромбокрит	%	0,1-0,5	0,46±0.13
PDW	Ширина распределения тромбоцитов	fl	10,0-18,0	37,0±2.9

В сыворотке крови при биохимическом анализе также наблюдалось увеличение прямого билирубина и уменьшение АСТ (аспартатаминотрансферазы), что так же свидетельствует о поражении печени (Таблица 12).

Таблица 12 – Результаты биохимического анализа крови животных с диагнозом кетоз

Параметр	Единицы измерения	Референсное значение	Результат M±m
Билирубин общ.	мкмоль/л	0,7-14,0	12,4±0,6
Билирубин прямой	мкмоль/л	0,0-5,0	1,0±0,1
АСТ	Ед./л	45,0-110,0	37,0±2,2
АЛТ	Ед./л	6,9-35,0	24,5±0,8
Белок	г/л	62,0-82,0	69,2±3,2
Креатинин	мкмоль/л	56,0-162,0	105,2±3,4
Мочевина	ммоль/л	2,8-8,8	7,0±0,6

Продолжение Таблицы 12

Глюкоза	ммоль/л	2,1-4,1	4,0±0,7
Щелочная фосфатаза	Ед./л	18,0-153,0	71,0±1,8
Кальций	ммоль/л	2,0-3,1	2,8±0,2
Фосфор	ммоль/л	1,2-2,9	1,5±0,1
Магний	ммоль/л	0,79-1,35	0,9±0,1

Тяжелая степень метаболических нарушений подтверждается наличием высокого уровня кетоновых тел в моче (более 8,0 ммоль/л) и протеинурию, что указывает на выраженный кетоз (Таблица 13). Обнаруженная при микроскопии микрофлора может являться следствием снижения резистентности организма на фоне клинически выраженного заболевания.

Таблица 13 – Результаты общего анализа мочи (ОАМ) животных с диагнозом кетоз

Показатели		Единицы измерения	Референсное значение	Результат M±m
Физико-химические свойства				
Запах		Органолептич.	Специфич.	Специфич.
Цвет		Визуально	Жёлтый	Жёлтый
Прозрачность		Визуально	Прозрачная	Мутная
Консистенция		Визуально	Жидкая	Жидкая
Относительная плотность		г/см^3	1,015-1,045	1,015±0,005
Кислотность (pH)		ед.	6,0-7,0	5,5±0,9
Лейкоциты авт. подсчёт		Cell/ul	0-3	12±3
Белок		г/л	0	3±1
Глюкоза (сахар)		ммоль/л	0	-
Уробилиноген		ммоль/л	0-3,5	3,6±0,3
Билирубин		ммоль/л	0	-
Кетоны		ммоль/л	0	Более 8,0
Кровь		ммоль/л	0	22±3
Нитриты		+/-	0	-
Рефрактометрия				
Удельный вес		г/см^3	1,025-1,050	1,030±0,015
Протеинурия		г/л	0	4,0±0,2
Микроскопия осадка				
Эпителий	Плоский	в п.з.	5-7	4±1
	Цилиндрический	в п.з.	-	-

Продолжение Таблицы 13

	Переходный	в п.з.	-	-
	Круглый	в п.з.	-	-
Лейкоциты		в п.з.	0-3	-
Эритроциты	Неизменённые	в п.з.	0-2	5±2
	Изменённые	в п.з.	-	-
Цилиндры		в п.з.	-	-
Цилиндроиды		в п.з.	-	-
Кристаллы		в п.з.	-	трипельфосфат ед.
Бактериоскопия		в п.з.	-	кокки 11±2

При анализе кала обнаружены отклонения по консистенции, запаху, а также переваримости корма, что свидетельствовало о нарушении процесса химической и физической обработки пищевого кома (Таблица 14).

Таблица 14 – Результаты анализа кала животных с диагнозом кетоз

Показатель	Референсное значение	Результат M±m
Цвет (органолептическое определение)	Зелёно-коричневый	Зелёно-коричневый
Запах (органолептическое определение)	Свойственный животному	Затхлый
Консистенция (органолептическое определение)	3	4±1
pH	6,8-7,5	7±0,5
Переваримость корма	Непереваренные частицы до 5 мм	Множество непереваренных частиц длиной более 10 мм

При клинически выраженной гипотонии наблюдались следующие гематологические изменения при общем анализе крови от исследуемых животных: снижение количества моноцитов, увеличение среднего объема тромбоцита, а также увеличение ширины распределения тромбоцитов (Таблица 15). Данные изменения указывают на воспалительные процессы, происходящие в пищеварительном отделе, так как воспаление может приводить к миграции моноцитов из периферического кровотока в очаг воспаления. Гипотония рубца

часто сопровождается снижением аппетита, а также снижением объема принимаемого корма и питья, нарушением водно-электролитного баланса и дегидратацией, которые приводят к повышению вязкости крови и активации тромбоцитов.

Таблица 15 – Результаты общего анализа крови (ОАК) животных с диагнозом гипотония рубца

Параметр	Расшифровка	Единицы измерения	Референсное значение	Результат M±m
HGB	Гемоглобин	г/л	80–150	130±7
HCT	Гематокрит	%	23,2–34,2	31,5±2,1
RBC	Эритроциты	10^{12}/л	5,2–8,2	6,9±0,6
RDW	Ширина распределения эритроцитов	fl	23,0 –28,6	18,5±1,5
WBC	Лейкоциты	10^{9}/л	5,3–16,6	14,57±1,8
LYMPH	Лимфоциты	%	45–75	43,8±4,6
GRAN	Гранулоциты	%	45-70	55,6±6,4
MID	Моноциты	%	2,0–5,0	0,6±0,3
MCV	Средний объем эритроцита	%	40–60	45±3
PLT	Тромбоциты	10^{9}/л	120–820	323±19,6
MPV	Средний объем тромбоцита	г/л	3,8–7	12,5±3,1
PCT	Тромбокрит	%	0,1–0,5	0,41±0,11
PDW	Ширина распределения тромбоцитов	fl	10-18	40,8±4,3

С точки зрения биохимического анализа крови (Таблица 16) животных с диагнозом «гипотония рубца» можно отметить повышение уровня глюкозы крови, что является характерным признаком гипотонии из-за компенсации организмом угнетения деятельности рубца и влияния кортизола, увеличивающего уровень глюкозы и выбрасывающего в кровь ввиду стресса при нарушении моторики.

Таблица 16 – Результаты биохимического анализа крови животных с диагнозом гипотония рубца

Параметр	Единицы измерения	Референсное значение	Результат M±m
Билирубин общ.	мкмоль/л	0,7-14,0	9,0±2,1
Билирубин прямой	мкмоль/л	0,0-5,0	1,6±1,6
АСТ	Ед./л	45,0-110,0	51,0±7,5
АЛТ	Ед./л	6,9-35,0	30,5±2,5

Продолжение Таблицы 16

Белок	г/л	62,0-82,0	73,3±6.8
Креатинин	мкмоль/л	56,0-162,0	105,9±25,4
Мочевина	ммоль/л	2,8-8,8	7,9±1,7
Глюкоза	ммоль/л	2,1-4,1	4,6±0,5
Щелочная фосфатаза	Ед./л	18,0-153,0	94,0±27,2
Кальций	ммоль/л	2,0-3,1	2,9±0,3
Фосфор	ммоль/л	1,2-2,9	1,7±0,5
Магний	ммоль/л	0,79-1,35	1,3±0,34

Повышенное высвобождение глюкозы подтверждается её наличием в моче (Таблица 17), а нормальная кислотность мочи не позволяет установить признаки ацидоза, которые так же могут протекать с явлениями гипотонии как вторичная гипотония и атония преджелудков при ацидозе.

Таблица 17 – Результаты общего анализа мочи (ОАМ) животных с диагнозом гипотония рубца

Показатели	Единицы измерения	Референсное значение	Результат M±m
Физико-химические свойства			
Запах	Органолептич.	Специфический	Специфический
Цвет	Визуально	Жёлтый	Жёлтый
Прозрачность	Визуально	Прозрачная	Прозрачная
Консистенция	Визуально	Жидкая	Жидкая
Относительная плотность	г/см^3	1,015-1,045	1,020±0,010
Кислотность (pH)	ед.	6,0-7,0	6,5±0,9
Лейкоциты авт. подсчёт	Cell/ul	0-3	10±2
Белок	г/л	0	-
Глюкоза (сахар)	ммоль/л	0	0,4
Уробилиноген	ммоль/л	0-3,5	2,1 ±0,4
Билирубин	ммоль/л	0	-
Кетоны	ммоль/л	0	-
Кровь	ммоль/л	0	-
Нитриты	+/-	0	-
Рефрактометрия			
Удельный вес	г/см^3	1,025-1,050	1,035±0,010
Протеинурия	г/л	0	3,1±0,4

Продолжение Таблицы 17

Микроскопия осадка				
Эпителий	Плоский	в п.з.	5-7	4±2
	Цилиндрический	в п.з.	-	-
	Переходный	в п.з.	-	-
	Круглый	в п.з.	-	-
Лейкоциты		в п.з.	0-3	-
Эритроциты	Неизменённые	в п.з.	3±1	-
	Изменённые	в п.з.	-	-
Цилиндры		в п.з.	-	-
Цилиндроиды		в п.з.	-	-
Кристаллы		в п.з.	-	-
Бактериоскопия		в п.з.	-	-

Результаты анализа кала подтверждают, что наблюдаемые симптомы снижения моторики рубца не вызваны ацидозом, а являются самостоятельной нозологической единицей – гипотонией рубца, наличие большого количества непереваренных частиц свидетельствует о нарушении работы рубца (Таблица 18).

Таблица 18 – Результаты анализа кала животных с диагнозом гипотония рубца

Показатель	Референсное значение	Результат M±m
Цвет (органолептическое определение)	Зелёно-коричневый	Зелёно-коричневый
Запах (органолептическое определение)	Свойственный животному	Затхлый
Консистенция (органолептическое определение)	3	4±0
pH	6,8-7,5	8,5±0,5
Переваримость корма	Непереваренные частицы до 5 мм	Множество непереваренных частиц длиной более 10 мм

У животных с клинически выраженными симптомами энтерита наблюдались следующие изменения: увеличение гематокрита, увеличение количества моноцитов, увеличение среднего объема эритроцитов и тромбоцитов, а также увеличение ширины распределения тромбоцитов (Таблица 19). Наблюдаемые гематологические

изменения свидетельствуют о дегидратации (повышение HCT), воспалении (моноцитоз) и активации тромбоцитарного звена (увеличение MPV и PDW). Эти изменения отражают реакцию организма на воспалительный процесс в кишечнике и значительную потерю жидкости.

Таблица 19 – Результаты общего анализа крови (ОАК) животных с диагнозом энтерит

Параметр	Расшифровка	Единицы измерения	Референсное значение	Результат M±m
HGB	Гемоглобин	г/л	80–150	140±3,8
HCT	Гематокрит	%	23,2–34,2	58,9±2,5
RBC	Эритроциты	10^{12}/л	5,2–8,2	7,6±0,8
RDW	Ширина распределения эритроцитов	fl	23,0 –28,6	13,5±1,2
WBC	Лейкоциты	10^{9}/л	5,3–16,6	10,6±2,9
LYMPH	Лимфоциты	%	45–75	31,9±5,7
GRAN	Гранулоциты	%	45-70	61,0±4,1
MID	Моноциты	%	2,0–5,0	6,1±0,3
MCV	Средний объем эритроцита	%	40–60	75±3
PLT	Тромбоциты	10^{9}/л	120–820	311±22
MPV	Средний объем тромбоцита	г/л	3,8–7	12,0±2,3
PCT	Тромбокрит	%	0,1–0,5	0,37±0,12
PDW	Ширина распределения тромбоцитов	fl	10-18	41,4±3,1

Изменения биохимических показателей крови животных с диагнозом энтерит заключались в уменьшении содержании макро- и микроэлементов (Таблица 20) вследствие большой потери жидкости из-за продолжительного поноса, а также увеличении содержания АЛТ, что может свидетельствовать о развивающемся токсическом поражении печени.

Таблица 20 – Результаты биохимического анализа крови животных с диагнозом энтерит

Параметр	Единицы измерения	Референсное значение	Результат M±m
Билирубин общ.	мкмоль/л	0,7-14,0	8,3±2,1
Билирубин прямой	мкмоль/л	0,0-5,0	1,2±0,5
АСТ	Ед./л	45,0-110,0	46,4±1,7

Продолжение Таблицы 20

АЛТ	Ед./л	6,9-35,0	35,1±1,6
Белок	г/л	62,0-82,0	72,2±3,1
Креатинин	мкмоль/л	56,0-162,0	91,0±5,6
Мочевина	ммоль/л	2,8-8,8	6,2±0,4
Глюкоза	ммоль/л	2,1-4,1	3,8±0,2
Щелочная фосфатаза	Ед./л	18,0-153,0	117,0±4,5
Кальций	ммоль/л	2,0-3,1	1,7±1,1
Фосфор	ммоль/л	1,2-2,9	1,1±0,2
Магний	ммоль/л	0,79-1,35	1,9±0,2

При общем анализе мочи животных с диагнозом энтерит (Таблица 21) отмечалось, что моча была темно-желтого цвета, мутная и имела повышенную относительную плотность, что свидетельствует о дегидратации организма животных ввиду длительного поноса. Кислотность мочи находилась в пределах нормы. Количество лейкоцитов было незначительно повышено, что может говорить о воспалительной реакции. Уровень уробилиногена был повышен, что указывает на возможные нарушения функции печени. В осадке мочи было выявлено повышенное количество плоского эпителия и обнаружены кокки, что может быть связано с раздражением и обсеменением мочевыводящих путей вследствие продолжительного поноса.

Таблица 21 – Результаты общего анализа мочи (ОАМ) животных с диагнозом энтерит

Показатели	Единицы измерения	Референсное значение	Результат M±m
Физико-химические свойства			
Запах	Органолептич.	Специфический	Специфический
Цвет	Визуально	Жёлтый	Темно-жёлтый
Прозрачность	Визуально	Прозрачная	Мутная
Консистенция	Визуально	Жидкая	Жидкая
Относительная плотность	г/см^3	1,015-1,045	1,040±0,010
Кислотность (pH)	ед.	6,0-7,0	6,5

Продолжение Таблицы 21

Лейкоциты авт. подсчёт		Cell/ul	0-3	5
Белок		г/л	0	-
Глюкоза (сахар)		ммоль/л	0	-
Уробилиноген		ммоль/л	0-3,5	3,7
Билирубин		ммоль/л	0	-
Кетоны		ммоль/л	0	-
Кровь		ммоль/л	0	-
Нитриты		+/-	0	-
Рефрактометрия				
Удельный вес		г/см^3	1,025-1,050	1,045±0,005
Протеинурия		г/л	0	1,045±0,005
Микроскопия осадка				
Эпителий	Плоский	в п.з.	5-7	13±2
	Цилиндрический	в п.з.	-	-
	Переходный	в п.з.	-	-
	Круглый	в п.з.	-	-
Лейкоциты		в п.з.	0-3	-
Эритроциты	Неизменённые	в п.з.	0-2	4±1
	Изменённые	в п.з.	-	-
Цилиндры		в п.з.	-	-
Цилиндроиды		в п.з.	-	-
Кристаллы		в п.з.	-	-
Бактериоскопия		в п.з.	-	кокки 16±2

Анализы кала также подтвердили патологические изменения показателей, характерные для энтерита: цвет кала желтовато-коричневый, запах зловонный, консистенция жидкая (оценка 1), pH повышен (Таблица 22). Эти данные свидетельствуют о нарушении процессов пищеварения и всасывания, а также о развитии бактериальной инфекции в кишечнике. Зловонный запах указывает на усиление процессов гниения и брожения в кишечнике, вызванное нарушением микрофлоры и увеличением количества патогенных бактерий. Наличие непереваренных частиц корма свидетельствует о нарушении переваримости и всасывания питательных веществ, что связано с повреждением слизистой оболочки кишечника и снижением активности ферментов. Повышенный pH кала может быть связан с разложением мочевины бактериями и образованием аммиака.

Таблица 22– Результаты анализа кала животных с диагнозом энтерит

Показатель	Референсное значение	Результат M±m
Цвет (органолептическое определение)	Зелёно-коричневый	Желтовато-коричневый
Запах (органолептическое определение)	Свойственный животному	Зловонный
Консистенция (органолептическое определение)	3	1±0
pH	6,8-7,5	8,5±0,5
Переваримость корма	Непереваренные частицы до 5 мм	Множество непереваренных частиц длиной более 10 мм

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, для цифровизации созданного алгоритма необходимо было произвести 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, которые включают информацию о содержащихся в хозяйстве животных [100].

Особое значение в контексте практического использования электронной системы приобретает удобство её применения для конечного Пользователя. Поэтому выбор мобильной версии предпочтительнее, так как не требует предварительной записи данных об исследуемых животных на бумажном носителе и последующего внесения информации на рабочем месте через персональный компьютер, а позволяет идентифицировать животное и вносить изменения в его карту здоровья «на месте», не отходя от места проведенного исследования или оказанного лечения [100].

Важное значение также имеет время, необходимое для индикации животных и соотнесение их с базой данных поголовья животноводческого хозяйства. В виду

большой численности исследуемых животных наиболее удобным и достоверным методом индикации животных являются автоматические системы считывания меток.

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. Разработка алгоритма приложения и последовательности действий протокола исследования проводилась методом блок-схем.

Для запуска приложения был выбран принцип считывания QR-меток, расположенных на бирке животного. Для производства подобных приложений необходимо сделать несколько особых шагов:

– создание алгоритма работы приложения;

– создание системы QR-меток;

– создание базы данных животных;

– обработка существующих карточек животных;

– разработка интерфейса приложения;

– написание программных скриптов [100].

Алгоритм работы интерфейса приложения состоит из нескольких основных этапов (Рисунок 3, а): регистрация, ввод электронной почты, создание пароля [100].

Если животное не зарегистрировано в базе данных, пользователь может его добавить (Рисунок 3, б), выполнив следующую последовательность действий:

• Кнопка «Добавить животное» – необходимо нажать;

• Ввод информации о животном – необходимо загрузить фото животного, ввести вид животного, пол животного, кличку и номер бирки животного, масть и приметы животного, владельца или отделение фермы (Рисунок 4, а);

• Кнопка «Сохранить изменения» [100].

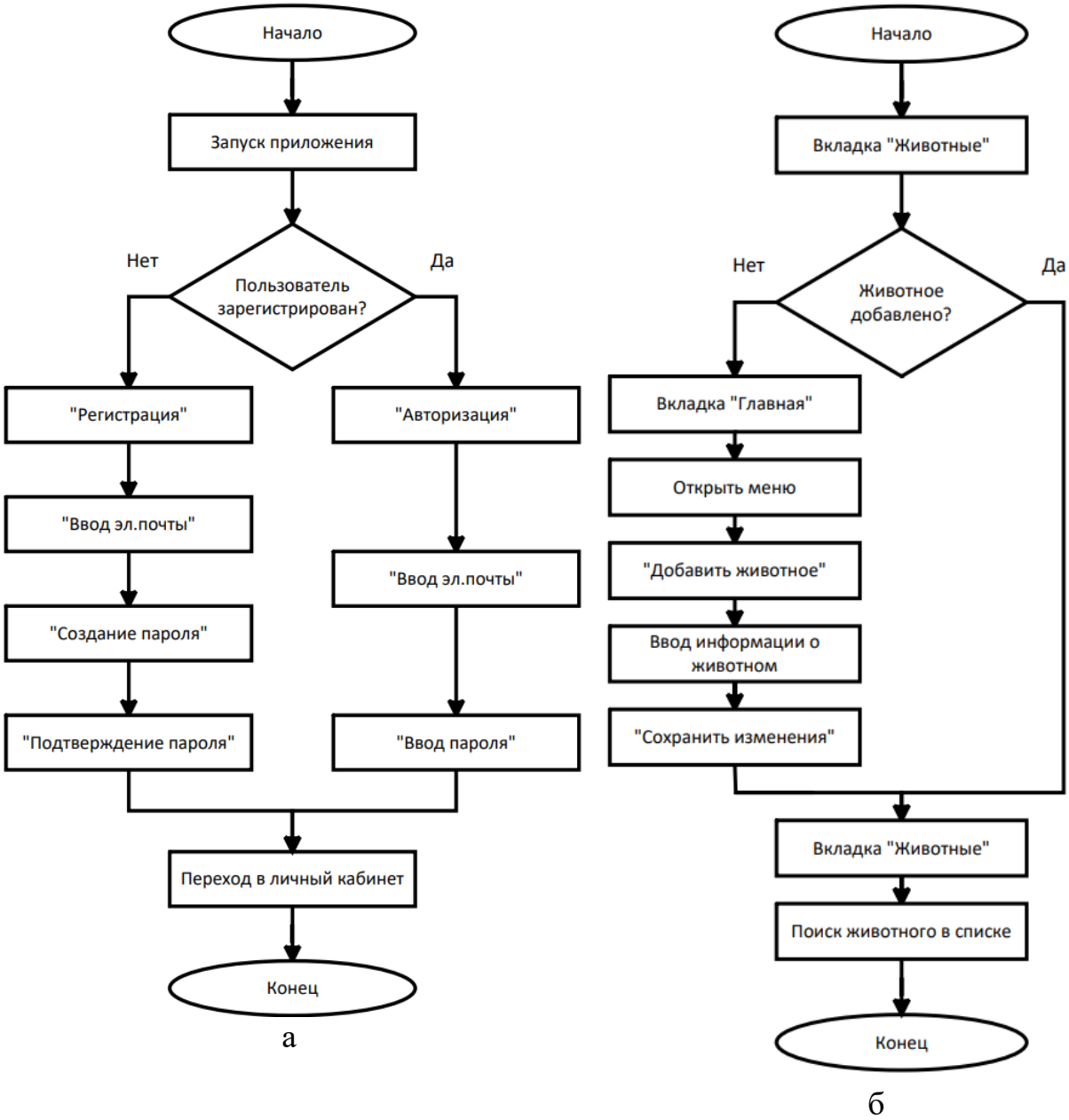
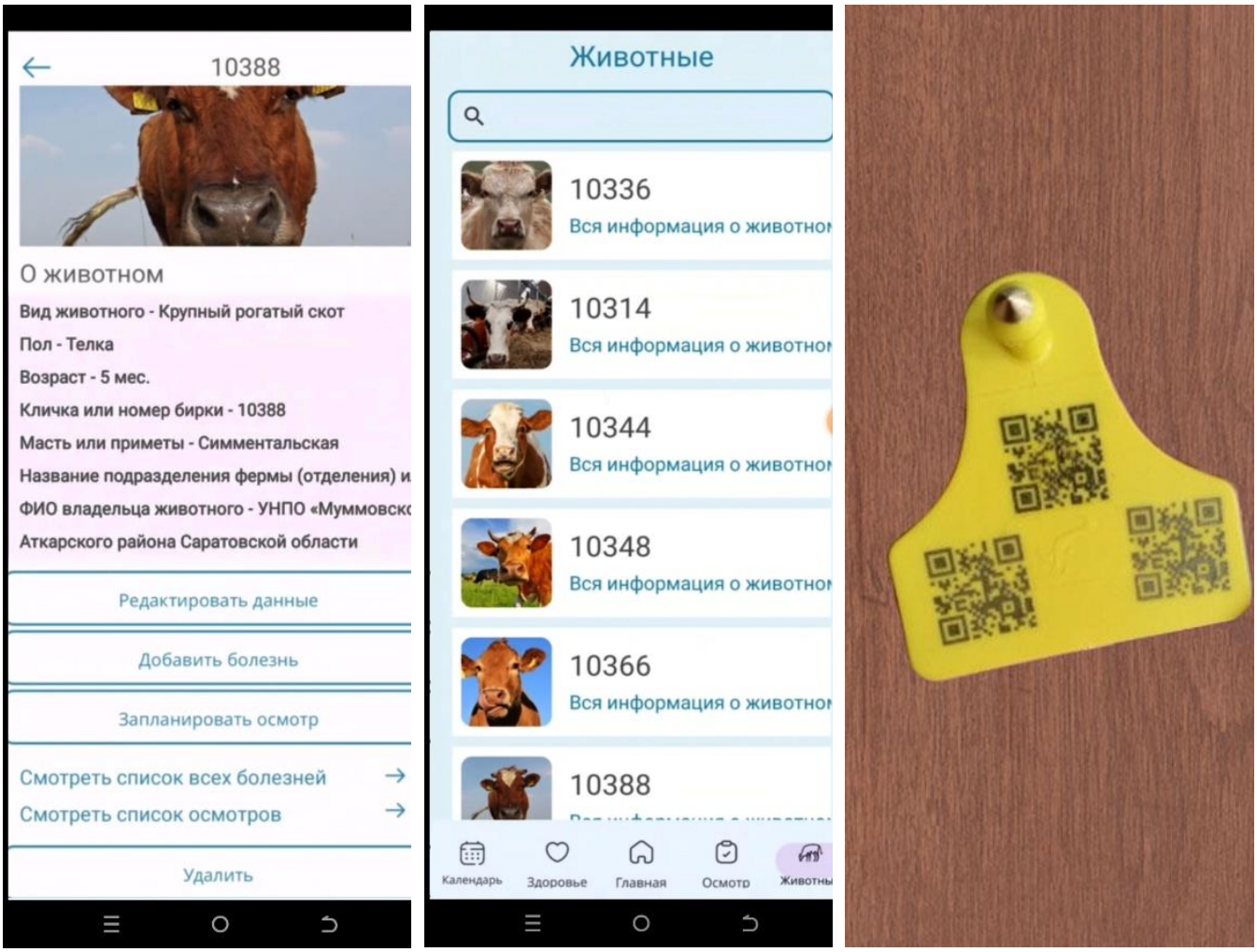


Рисунок 3 – Алгоритм входа в приложение (а) и алгоритм выбора или создания карточки животного (б).

Если животное уже присутствует в базе данных приложения, пользователь может его выбрать:

- Вход в вкладку «Животные»;
- Выбор животного – выбор из существующих животных (Рисунок 4, б) [100].

Также имеется возможность отсканировать QR-код на ушной бирке исследуемой головы крупного рогатого скота для того, чтобы сразу перейти к карточке животного (Рисунок 4, в).



а б в

Рисунок 4 – Сведения о животном (а); вкладка «Животные» со списком добавленных животных (б); бирка для крупного рогатого скота с QR-кодом (в).

Интеграция разработанного экспресс-протокола оценки состояния здоровья крупного рогатого скота в мобильное приложение по учёту животных включала создание алгоритма работы приложения при заполнении протокола «Регулярное экспресс-обследование животного», которое являлось частью аналитической подсистемы СППР, а также разработка визуальной части интерфейса. Варианты ответа в экспресс-протоколе для удобства были приняты за коэффициенты k1 - k15 и

распределены следующим образом на физиологичные вариант и отклонения показателей (Таблица 23).

Таблица 23 – Распределение ответов по протоколу экспресс-оценки для регулярного обследования животных

Номер исследования	Название коэффициента	Физиологическая норма (или допустимое значение)	Отклонение
1	k1	1,2	3,4
2	k2	1	2,3,4,5,6
3	k3	1	2,3,4
4	k4	1,5	2,3,4
5	k5	1,4	2,3
6	k6	1	2,3
7	k7	1	2,3
8	k8	1	2,3
9	k9	1	2,3,4,5
10	k10	1	2,3,4
11	k11	1	2,3,4
12	k12	1	2,3,4,5,6,7
13	k13	1	2,3,4
14	k14	1	2,3,4,5
15	k15	1	2,3,4,5,6,7,8,9

Далее была проведена разработка алгоритма работы приложения с помощью, которого можно реализовать выбранный компонент СППР. Разработанный алгоритм включает последовательность шагов заполнения карточки обследования животного (Рисунок 5), включенный в основной цикл с шагом 1 (1 животное), который в результате каждой итерации делает запись в извлекаемой из базы данных карточки животного о его здоровье или о выявленной патологии.

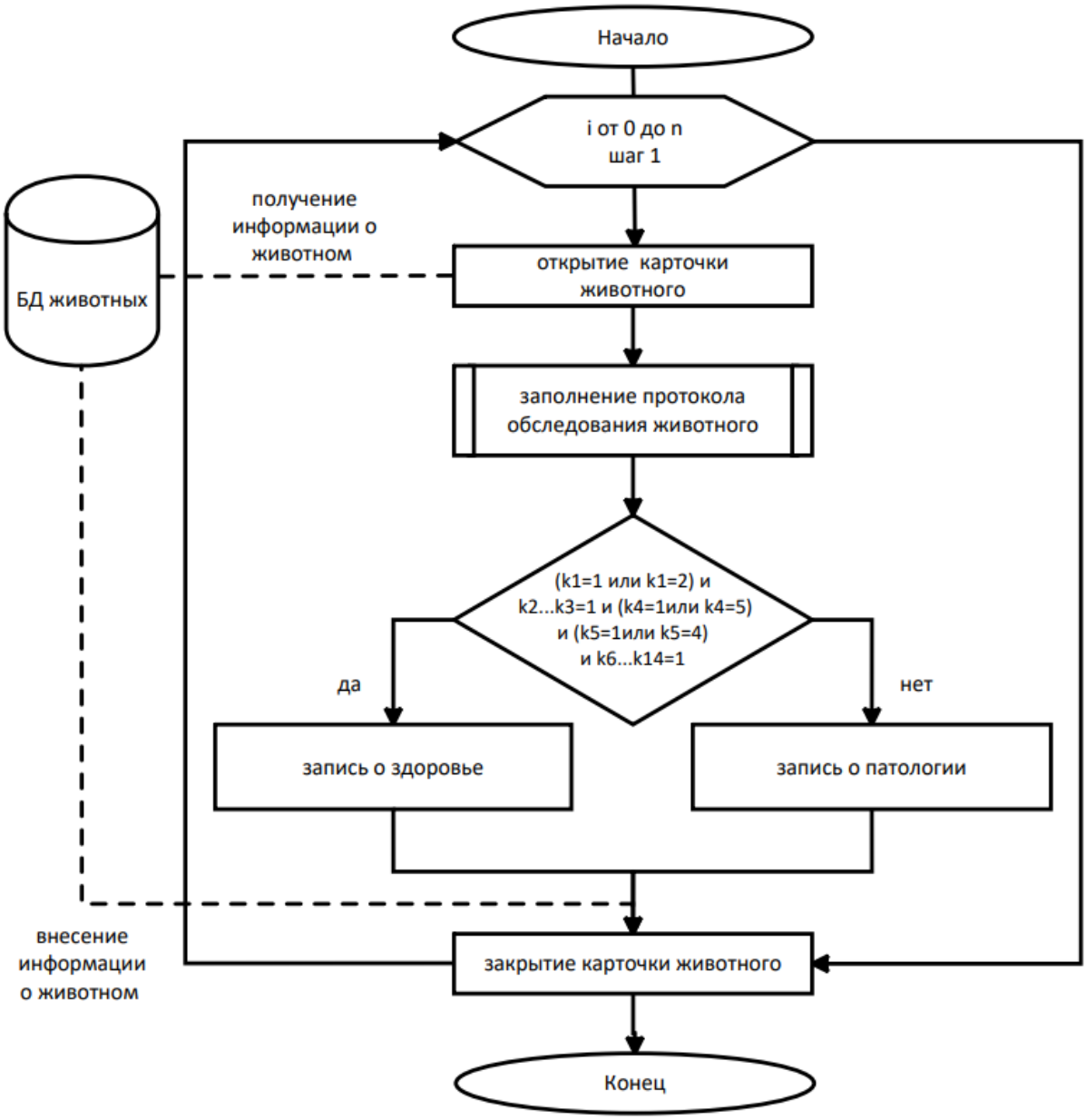


Рисунок 5 – Алгоритм работы приложения при заполнении протокола «Регулярное экспресс-обследование животного».

Алгоритм включает подпрограмму процесса самого заполнения протокола, которая состоит из последовательности ответа на каждый этап обследования животного и открывается при выборе соответствующего протокола (Рисунок 6).

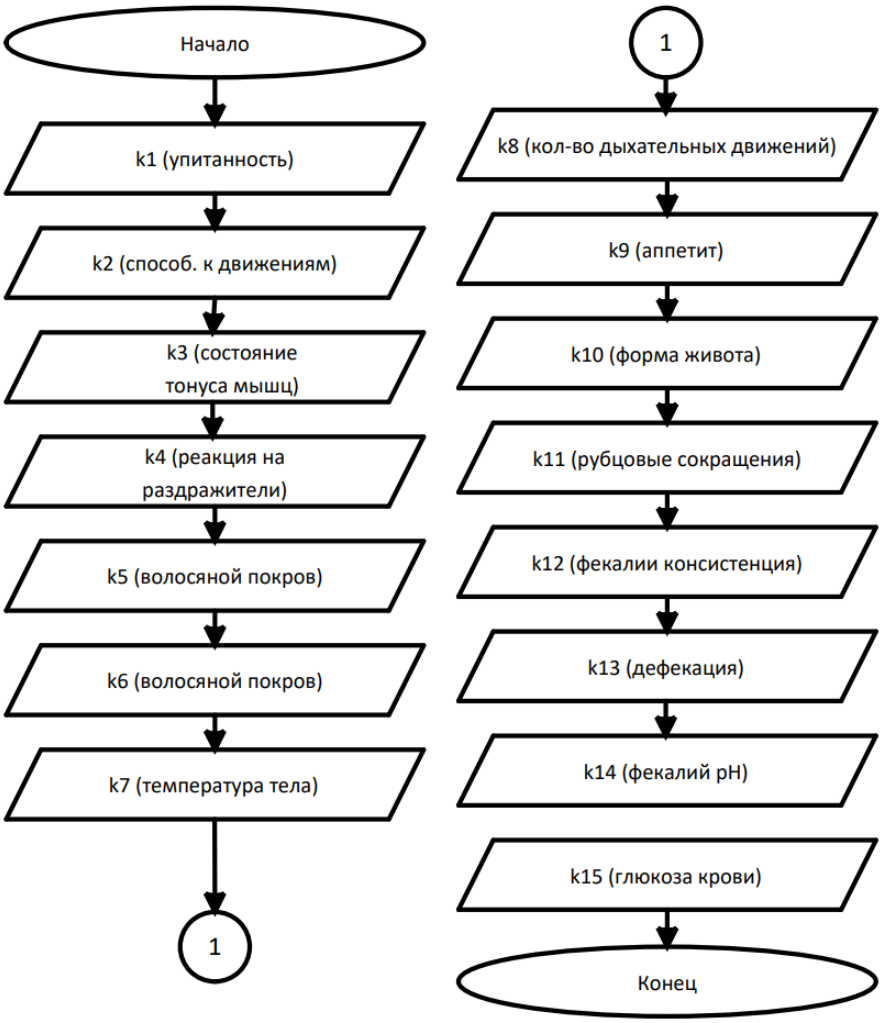


Рисунок 6 – Подпрограмма заполнения протокола «Регулярное экспресс-обследование животного».

Пользователь последовательно заполняет каждый пункт протокола, выполняя исследования и выбирая вариант ответа. Далее вне зависимости от вида отклонения приложению необходимо помечать 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.

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 кластерных группам был задан вес в виде числового коэффициента для программной обработки вводимых данных (Таблица 24).

Таблица 24 – Весовые коэффициенты признаков разделённых по кластерным группам

Группа признака	Название коэффициента	Вес коэффициента
Прямые признаки	К1	2
Косвенные признаки	К2	1
Допустимые значение	К3	0
Недопустимые значения	К4	-2

Числовые коэффициенты необходимы для расчета диапазона распределения численного значения признаков для расчёта степени выраженности симптомом болезни по формуле:

$$\text{В} = \text{Пп} * K1 + \text{Кп} * K2 + \text{Дз} * K3 + \text{Нд} * K4,$$ где:

Пп – все выбранные прямые признаки болезни, Кп – все выбранные косвенные признаки болезни, Дз – все выбранные допустимые значения, Нд – все выбранные недопустимые значения, К1-К4 – соответствующие коэффициенты.

Алгоритм работы приложения при работе с протоколом «Обследование функций органов пищеварения» состоит в следующем (Рисунок 7): Пользователь

последовательно заполняет каждый пункт протокола, выполняя исследования и выбирая вариант ответа.

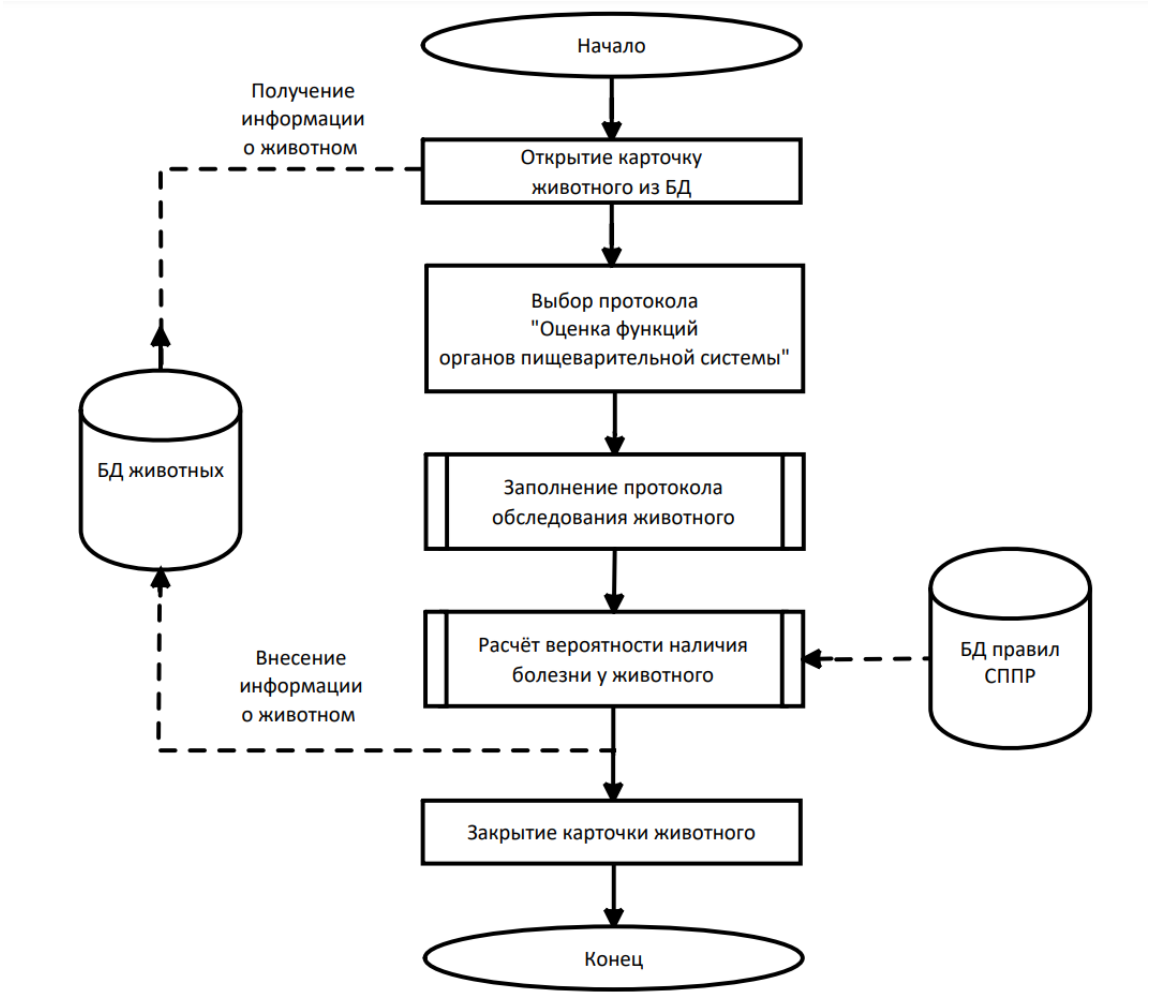


Рисунок 7 – Алгоритм работы приложения при заполнении протокола «Оценка функций органов пищеварения крупного рогатого скота».

На основе расчётов для каждой нозологической формы из матрицы для формирования базы правил произвели логическое преобразование. Для подсчёта численного значения максимального и минимального значения признаков для расчёта степени выраженности симптомом болезни использовали логические операции, которые были наложены на матрицу распределения вариантов ответа на протокол оценки функций органов пищеварения, где отсутствие значения приняли за «0», значение в поле «Прямые признаки» считали за 2 ед, «Косвенные признаки» – 1 ед.,

«Допустимые значения» – 0 ед, «Недопустимые значения» – за -2 ед. В промежуточных результатах было размечено для конкретной нозологической формы наличие или отсутствие признака по 4 кластерным группам: «Прямые признаки», «Косвенные признаки», «Допустимые значения», «Недопустимые значения», далее на основании наличия/отсутствия на основании логического условия «Если» произвели расчёт максимума и минимума значения по каждому из 60 исследованию параметра для конкретной нозологической формы (Рисунок 8).

P3 =ЕСЛИ(J2=2;2;ЕСЛИ(K2=1;1;0))

	Нозологическая форма	№	Прямые признаки	Косвенные признаки	Допустимые значения	Недопустимые значения	Промежуточные результаты				Расчёт	
											Максимум	Минимум
		1	0	3	1,2,4	0	0	1	-1	0		
		2	2,3,5	0	1,4	6	2	0	-1	-2	1	-1
		3	2,3	0	1	4	2	0	-1	-2	2	-2
		4	2,3,4	0	1	5	2	0	-1	-2	2	-2
		5	2	0	1,3,4	0	2	0	-1	0	2	-2
		6	0	0	1,2,4,5	3	0	0	-1	-2	2	-1
		7	2,3	0	1	0	2	0	-1	0	0	-2
		8	0	0	1	2	0	0	-1	-2	2	-1
		9	0	0	1	2	0	0	-1	-2	0	-2
		10	2	0	1,3	0	2	0	-1	0	0	-2
		11	2	0	1,3	0	2	0	-1	0	2	-1
		12	2	0	1,3	0	2	0	-1	0	2	-1
		13	2,3	0	4	1,5	2	0	-1	-2	2	-1
		14	4,5	2,3	0	1	2	1	0	-2	2	-2
		15	0	3	1,4,6	2,5	0	1	-1	-2	2	-2
		16	2	0	1,4	3,5	2	0	-1	-2	1	-2
		17	0	0	1	2,3	0	0	-1	-2	2	-2
		18	3	0	1	2	2	0	-1	-2	0	-2
		19	2	4	1	3	2	1	-1	-2	2	-2
		20	2	4	1	3	2	1	-1	-2	2	-2
		21	3,5	4	1,2	0	2	1	-1	0	2	-2
		22	5,2,3	0	1,4,6	0	2	0	-1	0	2	-1
		23	2,3	0	0	1,4	2	0	0	-2	2	-1
		24	2	3	1	-	2	1	-1	-2	2	-2
		25	2	0	0	1,3	2	0	0	-2	2	-2
		26	0	2	1	0	0	1	-1	0	2	-2
		27	0	2	1	0	0	1	-1	0	1	-1
		28	0	2	1	0	0	1	-1	0	1	-1
		29	0	2	1	0	0	1	-1	0	1	-1
	1. Ацидоз	30	0	0	1	2	0	0	-1	-2	1	-1
		31	2	0	0	1,3	2	0	0	-2	0	-2
		32	0	0	1,2	0	0	0	-1	0	2	-2
		33	0	0	1,2,3	0	0	0	-1	0	0	-1

Логическое преобразование

Готово

Рисунок 8 – Создание базы правил с помощью логических операций в «Microsoft Office Excel» 2019

В результате преобразования для каждой болезни получили наибольшее и наименьшее численное значение степени выраженности симптомов болезни (Рисунок 9).

0	1	-1	-2			2	-1
2	0	-1	0			0	-2
0	0	-1	-2			1	-2
0	1	-1	-2			1	-2
0	1	-1	-2			0	-2
0	0	-1	-2			2	-2
2	0	-1	-2			0	-2
0	0	-1	-2			0	-2
0	0	-1	-2			2	-2
2	1	-1	-2			1	-2
0	1	-1	-2		Итого:	76	-98

Рисунок 9 – Расчёт диапазона значений для программной обработки данных

В основной алгоритм закладываются следующие значения для ацидоза выраженность симптомов 0% – это числовое значение равное -98 ед., 50% – это числовое значение равное -11 ед., 100% – числовое значение равное 76 ед (Рисунок 10).

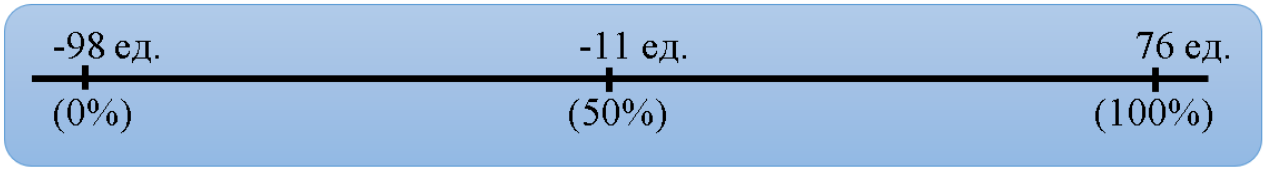


Рисунок 10 – Шкала распределения численного значения признаков для расчёта степени выраженности симптомом болезни.

Таким образом, если в результате заполнения протокола, совокупная сумма всех исследуемых признаков равняется, например 46 ед. (программное вычисление на основании логических операций, представленных на Рисунке 8), тогда выраженность симптомов ацидоза равняется 83%. 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.

В базу данных разрабатываемого цифрового решения внесены данные для расчета по каждой болезни. Расчет производится изолировано, так как числовое распределение единиц для расчета диапазона значений имеет разное значение и разную привязку к различным ячейкам базы данных – поэтому +15 для одной болезни

не равняется по симптомам и наблюдаемой картине для другой болезни, так как результаты этих вычислений представляют разные по своему содержанию объекты.

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 необходимо определить среднее количество выбывающих за год животных по болезням органов пищеварения и умножить это значение на стоимость выращивания одной головы.

Для определения количества выбывающих из стада животных, необходимо учесть норму выбраковки животных, которую принято считать, как 27% от всего поголовья (что так же соответствует данным, полученным в ходе исследования), затем от данного процента, рассчитать процент выбытия по болезням органов пищеварения (в среднем выбраковка животных по болезням органов пищеварения составляет 37% от всех причин выбраковки). Рассчитывая данный показатель, например для АО «ПЗ Трудовой», поголовье коров в котором составляет 6005 гол. животных, согласно данным из Ежегодника по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах российской федерации, количество ежегодно выбывающих животных составит: 6005

гол. х 0,27 х 0,37 = 599 гол. животных в год. Стоимость выращивания 1 головы составляет в среднем 150 000 р. Таким образом, предотвращённый ущерб составит: 599 гол. х 150 000 р./гол. = 89 850 000 руб. в год.

Для расчёта стоимости затрат ветеринарных, необходимо учитывать, что протокол может быть внедрён в работу штатных сотрудников, в обязанности которых входит исследование животных и при оптимизации расходов времени сотрудника на различные задачи в течение дня, трудозатраты будут входить в оплачиваемую нагрузку, поэтому ветеринарные затраты будут включать стоимость расходных материалов на проведение исследований – так, затраты на одно животное составляют: контейнер для сбора мочи – 5,5 руб., тест-полоска для определения мочи – 31 руб., игла для взятия крови – 7,1 руб., тест-полоска для определения глюкозы – 43 руб., тест-полоска для определения кетонов – 50 руб., 2 тест-полоски для определения pH слюны и кала – 2,8 руб., итого: 139,4 рубля. Превентивная диагностика предполагает регулярное обследование всего поголовья, для расчёта стоимости затрат ветеринарных в год, необходимо умножить стоимость исследования для одного животного на кол-во гол. животных и умножить получившееся на 12 месяцев (ежемесячное обследование). Соответственно: 139,4 руб./гол. х 6005 гол. х 12 = 10 045 164 руб.

Однако стоит учитывать, что полная стоимость предотвращённого ущерба может быть достигнута, только при 100% раннем выявлении и предотвращении выбытия животных по болезням органов пищеварения. Вполне очевидно, что полностью устранить заболеваемость болезнями органов пищеварения невозможно, однако сокращение на 30% клинически больных и выбраковываемых животных будет иметь стоимость предотвращённого ущерба: 89 850 000 руб. х 0,3 = 26 955 000 руб.

Таким образом, подставляя в формулу для расчёта Эв1 при 30% выявлении соответствующие значения, получаем экономический эффект Эв30 (при выявлении 30%): Эв30 = 26 955 000 руб. - 10 045 164 руб. = 16 909 836 руб.

При раннем выявлении и сокращении 45% клинически больных животных и соответствующем предотвращении выбраковки стоимость предотвращённого ущерба: 89 850 000 руб. х 0,45 = 40 432 500 руб. Таким образом, подставляя в формулу для расчёта Эв1 при 45% выявлении соответствующие значения, получаем экономический эффект Эв45 (при выявлении 45%): Эв45= 40 432 500 руб. - 10 045 164 руб. = 30 387 366 руб.

При раннем выявлении и сокращении 60% клинически больных животных и соответствующем предотвращении выбраковки стоимость предотвращённого ущерба: 89 850 000 руб. х 0,6 = 53 910 000 руб. Таким образом, подставляя в формулу для расчёта Эв1 при 60% выявлении соответствующие значения, получаем экономический эффект Эв60 (при выявлении 60%): Эв60 = 53 910 000 руб. - 10 045 164 руб. = 43 864 836 руб.

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.

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.

Соответственно затраты ветеринарные составляют 10 045 164 руб., экономический эффект Эв30 (при выявлении 30%) составляет 16 909 836 руб и Эв50 (при выявлении 50%) – 34 744 836 руб., Эв60 (при выявлении 60%) – 43 864 836 руб. таким образом эффективность на 1 рубль затрат составляет: Эр30 = 16 909 836 руб. / 10 045 164 руб. = 1,68 руб.; Эр 45= 30 387 336 / 10 045 164 руб. = 3,02 руб.; Эр60 = 43 864 836 / 10 045 164 руб. = 4,37 руб.

Результаты расчета уровня эффективности данных мероприятий, рассчитанные на 1 руб., составляют от 1,68 руб. до 4,37 руб. и представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Экономическая эффективность разработанного метода ранней диагностики нарушений функций органов пищеварения коров

Показатель	Результат
Полный предотвращенный экономически ущерб, руб.	89 850 000 руб.
Ветеринарные затраты, руб.	10 045 164 руб.
Минимальный экономический 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.
Средний экономический 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.
Высокий экономический 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.

С точки зрения сравнения с классическими методами по трудозатратам полученный метод также обладает экономической эффективностью – используя разработанный алгоритм оценки, ветеринарный специалист тратит в среднем 32 минуты на одно исследуемое животное (8 минут – осмотр, 20 минут – анализ мочи и кала, 2 минуты – получение образца крови и его анализ, 1 минута – внесение результатов), против 108 минут (2 минуты – регистрация, 25 минут – клинический осмотр, 50 минут – ректальное обследование, 6 минут – забор крови для общего анализа и биохимического анализа крови, 20 минут – взятие мочи и кала, 5 минут – внесение информации о животном). Данные о затрачиваемом времени взяты на основе собственных исследований, а также исходя из научно-обоснованных норм нагрузки, одобренных Департаментом ветеринарии.

В стоимостном эквиваленте экономическая эффективность относительно трудозатрат будет равняться: Эт = (Впк х оплата/час) – (Впо х оплата/час), где: Эт – эффективность по трудозатратам, Впк – время, затраченное на полное клиническое обследование, Впо – время, затраченное при обследовании протоколом. Соответственно, эффективность по трудозатратам = (1,8 час х 312р./час) – (0,53 час х 312р./час) = 396,2 р. Сокращение затрат с точки зрения трудовых ресурсов на одно животное составляет 396,2 рублей. С точки зрения стоимости проведённых исследований, затраты на одно животное составляют: ОАК – 350 рублей, биохимический анализ крови – 550 руб., ОАМ – 400 руб., 2 пробирки – 19,48 руб., игла для взятия крови – 7,1 руб., контейнер для сбора мочи – 5,5 руб., итого – 1332,08 рублей. Затраты по протоколу составляют 139,4 руб. Разница составляет 1 192,68 рублей. Также следует учитывать сопутствующие расходы на дорогу для доставки образцов в ветеринарную лабораторию и длительность проведения исследований.

Таким образом, экономическая эффективность разработанного метода ранней диагностики нарушений функций органов пищеварения коров является достаточно значительной, поэтому разработанный подход может быть рекомендован для использования в ветеринарной практике.

4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЕЛЕДОВАНИЙ

Проведенное исследование было направлено на разработку и внедрение новых подходов для повышения эффективности ветеринарной диагностики болезней органов пищеварения у крупного рогатого скота. Анализируя существующие подходы и литературные данные, было выявлено, что традиционные методы диагностики часто не позволяют своевременно выявлять заболевания на ранних стадиях, что приводит к снижению продуктивности животных и увеличению экономических потерь для животноводческих предприятий [85].

Разработанный в рамках исследования диагностический алгоритм проведения исследований с использованием экспресс-методик позволяет оперативно выявлять наиболее распространенные болезни органов пищеварения у крупного рогатого скота, что соответствует современным требованиям к диагностике заболеваний животных. С точки зрения анализа мочи, применение тест полосок для качественного и полуколичественного определения показателей является более передовым решением, так как позволяет анализировать гораздо больше мишеней, чем обычно доступно – например, рассматривая данные других экспериментов, при диспансеризации мочу исследовали всего на 3 показателя: наличие белка, наличие кетоновых тел, наличие желчных пигментов, используя длительные лабораторные методы [51]. В настоящем исследовании определись 11 показателей за короткий промежуток времени, поэтому учитывая сравнительно небольшую стоимость тест-полосок, можно получить достаточно обширную картину метаболического состояния животного, что в совокупности с физикальными и инструментальными методами исследования обладает большой диагностической эффективностью.

Анализ распространенности заболеваний пищеварительной системы в хозяйстве Саратовской области показал, что выбраковка по болезням органов пищеварения и метаболического профиля в среднем составляет 36,8% от всех причин выбраковки [160]. В частности, в 2023 году этот показатель достиг 50,4%, а в 2020

году – 48%, что подчеркивает актуальность проблемы и необходимость разработки эффективных методов диагностики и профилактики.

Разработка протокола оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота для ранней диагностики заболеваний, обеспечивает стандартизацию процесса сбора данных и повышает его объективность. Протокол включает 60 пунктов исследования, охватывающих оценку общего состояния, исследование ротовой полости и пищевода, живота, преджелудков, сычуга и печени, кишечника, фекалий и мочи, а также исследование крови. Особенностью разработанного протокола является порядок ответов, ориентированный на удобство заполнения электронной формы, что упрощает работу ветеринарного врача. Протокол экспресс-оценки включает 15 пунктов исследования, позволяющих провести первичную оценку состояния животного за короткий промежуток времени.

Проведение исследований по разработанному протоколу и создание протокола экспресс-оценки показали, что разработанный протокол экспресс-оценки может использоваться для оперативного выявления животных с отклоняющимися показателями здоровья в стаде. Тестирование протокола экспресс-оценки показало, что среднее время обследования одного животного составляет всего 3 минуты, что позволяет проводить регулярные обходы поголовья и своевременно выявлять животных, требующих дополнительного обследования. Разработанный протокол оценки функций органов пищеварения не использует весь возможный набор методов исследования пищеварительной системы животного, а представляют 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.

Предложенный методологический подход к разработке систем поддержки принятия решений в ветеринарной диагностике, основанный на интеграции экспертных знаний и использовании современных цифровых технологий, является инновационным и перспективным. Разработанная концепция и алгоритм работы мобильного приложения для ветеринарной диагностики в животноводческих хозяйствах обеспечивают удобство использования и доступность цифровых инструментов для ветеринарных специалистов, работающих в различных условиях. Стоит отметить, что постоянный поток информации о состоянии каждого животного формирует массив больших данных, хранение и обработка которых требует оптимизации для обеспечения оперативного ветеринарного мониторинга.

Разработка системы оценки вариантов исследований по протоколу оценки функций органов пищеварения на основании кластерного анализа позволила создать базу правил для интерпретации данных, полученных в ходе обследования животных. Матрица распределения симптомов по кластерам (прямые признаки, косвенные признаки, допустимые значения, недопустимые значения) составляет основу системы поддержки принятия решений, обеспечивает возможность программной обработки вводимых данных и расширяют клинические сведения о симптоматическом проявлении патологий органов пищеварения крупного рогатого скота.

Оценка диагностической точности полученного метода клиническими и лабораторными методами подтвердила эффективность разработанного протокола в выявлении животных с нарушением функций пищеварения. При исследовании группы из 30 животных с помощью разработанного протокола были выявлены животные с кетозом, гипотонией, энтеритом, а также с отклонениями биохимических показателей мочи. При этом время на обследование одного животного сократилось более чем в 3 раза – с 103±5 минут до 29±3 минут – по сравнению с полным клиническим обследованием. Разработанный протокол позволяет с высокой точностью определять нарушение функций органов пищеварения, благодаря одновременному учету клинических признаков и результатов экспресс-лабораторных

исследований. Стоит отметить, что разработанный протокол позволил выявить животных с отклоняющимися показателями здоровья, не имеющих явных клинических признаков, что свидетельствует о возможности превентивной диагностики заболеваний.

Разработка логики и алгоритма приложения, включающего протокол экспресс-оценки и протокол оценки функций органов пищеварения, а также системы программной оценки вводимых данных пользователем обеспечила создание практического инструмента для цифровизации ветеринарной работы. Использование мобильного приложения позволяет сократить издержки на сбор, хранение и обработку информации, а также повысить удобство работы ветеринарного специалиста.

Полученные результаты подтверждают целесообразность совершенствования ветеринарной диагностики с учётом современных технологий и экспресс-методов. Дальнейшее развитие отрасли цифровизации ветеринарного мониторинга позволит создать комплексную систему управления здоровьем животных, основанную на интеграции современных научных знаний и передовых цифровых технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведено исследование распространённости заболеваний органов пищеварения и нарушений метаболического профиля крупного рогатого скота, по результатам выбраковка по выбранным болезням 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 анамнезе 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 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, адаптирование 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 СОКРАЩЕНИЙ

АЛТ – аланинаминотрансфераза

АСТ – аспартатаминотрансфераза

ГГА – гамма-глутамилтранспептидаза

ИТ-технологии (IT-технологии) – информационные технологии

СДГ – сорбитолдегидрогеназа

СППР – системы поддержки принятия решений

ФГИС – федеральная государственная информационная система

CRM-система (от англ. customer relationship management) – система управления взаимоотношениями с клиентами

GRAN – гранулоциты

HCT – гематокрит

HGB – гемоглобин

LYMPH – лимфоциты

MCV – средний объем эритроцита

MID – моноциты

MPV – средний объем тромбоцита

PCT – тромбокрит

PDW – ширина распределения тромбоцитов

PLT – тромбоциты

RBC – эритроциты

RDW – ширина распределения эритроцитов

WBC – лейкоциты

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аблеева, А. Р. Система поддержки принятия решений при проведении строительных экспертиз / А. Р. Аблеева, А. П. Веревкин // Аспирант. – 2021. – № 6(63). – С. 15-21.

2. Анализ использования виртуальных тренажеров в образовании / А. В. Ключиков, С. С. Елисеев, Ю. Н. Грепечук, М. Р. Цагареишвили // Проблемы и перспективы развития АПК: технические и сельскохозяйственные науки : Материалы Региональной научно-технической конференции, посвященной 110-летию Вавиловского университета, Саратов, 13–17 февраля 2023 года. Том Выпуск 1. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2023. – С. 97-103.

3. Бабухин, С. Н. Диагностика, терапия и профилактика субклинического кетоза с осложнением беременности у импортных нетелей: специальность 06.02.01 «Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных»: диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Бабухин Сергей Николаевич, 2018. – 144 с.

4. Бакаева, Л. Н. Упитанность коров - важнейший технологический признак / Л. Н. Бакаева, Е. А. Китаев, Е. А. Григорьева // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения: сборник научных трудов. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 265-270.

5. Бежанян, И. В. Продуктивное долголетие в высокопродуктивном стаде / И. В. Бежанян, Г. В. Хабарова // Научное обеспечение - сельскохозяйственному производству. Биологические науки: Международная научно-практическая конференция, посвященная 99-летию академии, Вологда-Молочное, 12–15 апреля 2010 года. Том 3. – Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, 2010. – С. 79-81.

6. Безбородов, П. Н. О заболеваниях сычуга крупного рогатого скота, не связаных с проведением хирургической репозиции при лечении / П. Н. Безбородов //

Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2011. – № 6(33). – С. 82-86.

7. Безбородов, П. Н. Общие и дополнительные методы клинического исследования преджелудков высокопродуктивных молочных коров, применяемые в полевых условиях / П. Н. Безбородов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 3(39). – С. 5-14.

8. Безбородов, П. Н. Исследование моторной функции рубца у высокопродуктивных коров со смещениями сычуга / П. Н. Безбородов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 5. – С. 90-105.

9. Безбородов, П. Н. Физические показатели фекалий в диагностике внутренних незаразных заболеваний пищеварительной системы молочных коров / П. Н. Безбородов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2(58). – С. 13-18.

10. Белая, Ю. В. Использование информационных технологий в ветеринарии / Ю. В. Белая // В мире научных открытий : Материалы II Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 24 мая 2018 года. Том V. Часть 1. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2018. – С. 100-103.

11. Белко, А. А. Структура заболеваемости животных незаразными болезнями / А. А. Белко, Г. Э. Дремач, М. С. Мацинович // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2022. – № 1(16). – С. 3-6.

12. Белоглазов, П. Г. Цифровизация в животноводстве - новые тенденции современного мира / П. Г. Белоглазов // Аграрная наука. – 2022. – № 12. – С. 144-148.

13. Белоусов, А. И. Применение биохимического скрининга при оценке продуктивного здоровья высокопродуктивных коров в Свердловской области / А. И. Белоусов, О. В. Соколова, Е. Н. Беспамятных // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 4. – С. 278-280.

14. Благов, Д. А. Использование цифровых технологий в контроле полноценности кормления крупного рогатого скота / Д. А. Благов, С. В. Митрофанов, Н. С. Панферов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2019. – № 3(35). – С. 39-42.

15. Благов, Д. А. Цифровые технологии в проектировании зерновых смесей для сельскохозяйственных животных и птицы / Д. А. Благов, И. В. Миронова, Н.Н. Гапеева // Все о мясе. – 2022. – № 2. – С. 36-39.

16. Болодурина, И. П. Разработка системы поддержки принятия решений для повышения продуктивности молочного животноводства / И. П. Болодурина, С. А. Соловьев, С. С. Акимов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 36-44.

17. Борисова, Е. А. Автоматизированная система учета и регистрации животных REGAGRO в деятельности ветеринарного врача / Е. А. Борисова // В мире научных открытий: Материалы VI Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 24–25 мая 2022 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2022. – С. 4660-4663.

18. Бороздин, Э. К. Возраст продуктивного долголетия и причины выбытия коров / Э. К. Бороздин, М. С. Емкужев // Аграрная Россия. – 2003. – № 6. – С. 21-29.

19. Брызгалина, Е. В. Ключевые проблемы, риски и ограничения применения ИИ в медицине и образовании / Е. В. Брызгалина, А. Н. Гумарова, Е. М. Шкомова // Вестник Московского университета. Серия 7: Философия. – 2022. – № 6. – С. 93-108.

20. Буклагин, Д. С. Цифровые технологии и системы управления в животноводстве / Д. С. Буклагин // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 4(40). – С. 105-112.

21. Бурда, С. А. Экономическая эффективность цифровых технологий управления в молочном скотоводстве / С. А. Бурда // Социальные и экономические системы. – 2022. – № 6-8(37). – С. 210-238.

22. Валитов, Х. З. Пути увеличения продуктивного долголетия коров в молочном скотоводстве : монография / Х. З. Валитов, С. В. Карамаев ; Х. З. Валитов, С. В. Карамаев ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГОУ ВПО «Самарская гос. с.-х. акад.». – Кинель: СГСХА, 2007. – 93 с.

23. Василевский, Н. В. Уточнение референсных интервалов отдельных биохимических показателей крови коров / Н. В. Василевский // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Майкоп, 19–21 октября 2022 года. – Майкоп: Издательство «Магарин Олег Григорьевич», 2022. – С. 318-320.

24. Виноградова, Н. Д. Продуктивное долголетие коров как фактор повышения эффективности производства молока / Н. Д. Виноградова // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования : Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, Санкт-Петербург-Пушкин, 23–25 января 2014 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Том Часть 1. – Санкт-Петербург-Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2014. – С. 144-146.

25. Виноградова, Н. М. Паспорт здоровья коровы / Н. М. Виноградова, Т. Автаева, Н. П. Здюмаева // Актуальные вопросы развития науки и технологий: сборник статей молодых учёных, Караваево, 13 апреля 2023 года. – Караваево: Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 77-85.

26. Влияние различных факторов на продуктивное долголетие коров / Г. Шарафутдинов, Р. Р. Шайдуллин, А. Ханифатуллин, И. Хасанов // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – № 4. – С. 27-29.

27. Галанин, А. Г. Автоматизация процессов производства в АПК / А. Г. Галанин // Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе:

сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 26 мая 2023 года / Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2023. – С. 79-81.

28. Ганущенко, О. Оценка упитанности коров и ее практическая значимость / О. Ганущенко // Ветеринарное дело (Минск). – 2020. – № 11. – С. 26-35.

29. Герасимова, М. В. Статистический анализ распространения болезней органов пищеварения крупного рогатого скота с незаразной этиологией в Амурской области / М. В. Герасимова, Е. В. Курятова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 1(41). – С. 35-39.

30. Герунова, Л. К. Способ лечения и профилактики заболеваний желудочно-кишечного тракта у крупного рогатого скота / Л. К. Герунова // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский ГАУ: Сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. – С. 404-405.

31. Слюна - новый объект диагностических исследований у животных / Р. Я. Гильмутдинов, А. В. Иванов, М. К. Махамат, Е. С. Покровская // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 11. – С. 52-55.

32. Горелочкина, В. Д. Основные заболевания крупного рогатого скота и их профилактика / В. Д. Горелочкина // Инновационные идеи молодых - десятилетию науки и технологий: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 ноября 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 628-631.

33. Горюнова, Т. Ж. Биохимический состав крови высокопродуктивных коров по фазам лактации / Т. Ж. Горюнова, М. В. Шутова, Л. П. Соснина // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 3(27). – С. 47-53.

34. Гринченков, Д. В. Анализ подходов к реализации систем поддержки принятия решений на животноводческих предприятиях и их особенности / Д. В.

Гринченков, И. В. Романенко // Научная школа «Зеленое будущее» для молодых ученых, аспирантов и студентов: Тезисы докладов Научной школы, Новочеркасск, 28 мая – 02 мая 2023 года. – Новочеркасск: «НОК», 2023. – С. 206-210.

35. Гусев, И. В. Референтные интервалы биохимических показателей крови для контроля полноценности кормления молочного скота / И. В. Гусев, Р. А. Рыков // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – № 6. – С. 22-25.

36. Денисенко, В. Н. Незаразные болезни пищеварительного аппарата крупного рогатого скота / В. Н. Денисенко, О. В. Громова, П. Н. Абрамов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2023. – 84 с.

37. Динамика и распространенность заболеваний печени у коров голштинской породы в Свердловской области / А. И. Белоусов, И. А. Шкуратова, А. С. Красноперов [и др.] // Ветеринария. – 2024. – № 9. – С. 43-47.

38. Добровлянин, В. Д. Цифровизация сельского хозяйства: текущий уровень цифровизации в Российской Федерации и перспективы дальнейшего развития / В. Д. Добровлянин, Е. А. Антинескул // Цифровые модели и решения. – 2022. – Т. 1, № 2. – С. 5.

39. Драпкина, О. М. Скрининг: терминология, принципы и международный опыт / О. М. Драпкина, И. В. Самородская // Профилактическая медицина. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 90-97.

40. Дулунц, А. А. Тимпания рубца. Характеристика патологии, методы диагностики, лечения и профилактики / А. А. Дулунц, Ю. В. Козлов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 78-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях, Краснодар, 01–31 марта 2023 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 376-378.

41. Дунин, И. Повышение продуктивного долголетия коров / И. Дунин, Р. Кертиев // Молочное и мясное скотоводство. – 1995. – № 6. – С. 21-23.

42. Еньшин, А. В. Применение автоматизированной системы учета и регистрации сельскохозяйственных животных «REGAGRO» в молочном скотоводстве / А. В. Еньшин, Т. В. Курмакаева, С. Б. Шерстобоев // 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, 01–28 апреля 2022 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса», 2022. – С. 95-111.

43. Жданова, И. Н. Анализ распространения желудочно-кишечных и респираторных заболеваний крупного рогатого скота с незаразной этиологией в Пермском крае / И. Н. Жданова // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2019. – № 4. – С. 63-68.

44. Жулев, В. И. Формирование знаний и структура медицинской экспертной системы / В. И. Жулев, А. В. Крошилин, С. В. Крошилина // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2023. – Т. 26, № 3. – С. 44-54.

45. Журов, Д. Общая патология желудка и кишечника животных / Д. Журов // Ветеринарное дело (Минск). – 2024. – № 5. – С. 22-29.

46. Загорулько, Г. Б. Методология разработки интеллектуальных СППР и ее применение для задач медицинской диагностики / Г. Б. Загорулько // Информационные технологии и системы : Труды Седьмой Всероссийской научной конференции с международным участием, Ханты-Мансийск, 12–16 марта 2019 года / Ответственные редакторы Ю.С. Попков, А.В. Мельников. – Ханты-Мансийск: Автономное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа – Югры

«Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий», 2019. – С. 211-216.

47. Загорулько, Г. Б. Модель, методы и средства комплексной поддержки разработки СППР в слабоформализованных предметных областях: специальность 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Загорулько Галина Борисовна, 2020. – 191 с.

48. Закон Российской Федерации «О ветеринарии» (с изменениями и дополнениями на 1 января 2024 г.) от 14 мая 1993 г. No 4979-1.

49. Закрасовская, Е. К. Оценка функциональных возможностей программного продукта «Кормовые рационы» / Е. К. Закрасовская, И. Н. Лучкина, Д. С. Нардин // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2016. – № 1(4). – С. 4.

50. Значение показателей мочи и кала для диагностики латентных метаболических нарушений у высокопродуктивных молочных коров / М. А. Володина, А. Р. Грекалова, А. С. Желнова [и др.] // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 15 ноября 2023 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 331-335.

51. Зухрабов, М. Г. Результаты диспансеризации коров молочного комплекса «Сюкеево» / М. Г. Зухрабов, Д. Р. Амиров, А. Р. Шагеева // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2010. – Т. 203. – С. 105-109.

52. Иванов, А. С. Проблемы и перспективы цифрового животноводства / А. С. Иванов // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты: Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, Тюмень, 25 февраля 2022

года. Том 1. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 70-75.

53. Иванова, И. Е. Биохимический статус крови высокопродуктивных коров сухостойного периода в условиях АО «ПЗ «Учхоз ГАУ Северного Зауралья» / И. Е. Иванова, М. Г. Волынкина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5(67). – С. 173-176.

54. Ильин, М.П. Синдромная диагностика внутренних болезней [Текст] / М.П. Ильин, К.И. Крякунов, В.И. Немцов, идр.; под общей ред. Г.Б. Федосеева. – Санкт-Петербург:«Специальная литература», 1996. – Т. 3. – 440 с.2.

55. Информационные системы и технологии в АПК / А. В. Бабкина, И. Е. Быстренина, М. И. Горбачев [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2023. – 420 с.

56. Использование виртуальной среды для совершенствования диагностики незаразных патологий у животных / М. Р. Цагареишвили, Р. Д. Гончаров, Л. С. Цагареишвили, И. И. Калюжный // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2023. – № 2(28). – С. 47-51.

57. Использование цифровых технологий в практике работы ветеринарных клиник / С. В. Акчурин, Г. П. Дюльгер, И. В. Акчурина [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 8. – С. 39-42. – DOI 10.28983/asj.y2022i8pp39-42. – EDN CQUCTN.

58. Калмычина, Е. В. Значение микрофлоры рубца в пищеварении / Е. В. Калмычина, И. И. Калюжный, И. С. Степанов // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: материалы Международной научно-практической конференции, Саратов, 28 февраля – 24 февраля 2017 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2017. – С. 240-243.

59. Калюжный, И. И. Ацидоз рубца (этиология, патогенез, классификация) / И. И. Калюжный // Главный зоотехник. – 2006. – № 11. – С. 55-58.

60. Калюжный, И. И. Ацидоз рубца крупного рогатого скота / И. И. Калюжный. – Саратов: Приволжское книжное издательство, 1996. – 237 с.

61. Калюжный, И. И. Ацидоз рубца крупного рогатого скота: специальность 16.00.01: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора ветеринарных наук / Калюжный Иван Исаевич. – Воронеж, 1996. – 52 с.

62. Канавин, Р. Д. Использование цифровых технологий в ветеринарии и ветеринарном делопроизводстве: анализ частного и государственного секторов / Р. Д. Канавин, В. А. Агольцов // Научная жизнь. – 2024. – Т. 19, № 2(134). – С. 352-359.

63. Карликов, Д. В. Применение показателя упитанности дойных коров в работе с высокопродуктивными стадами / Д. В. Карликов, Г.Г. Карликова, Н.В. Сивкин, Н.Д. Дроздов. – п. Лесные Поляны Московской обл.: Издательство «ВНИИплем», 2011. – 30 с.

64. Клиническая гастроэнтерология животных / И. И. Калюжный, Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин [и др.]; Калюжный И. И., Щербаков Г.Г., Яшин А. В., Баринов Н. Д., Дерезина Т. Н.; рец. Ковалев С. П. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2015. – 448 с.

65. Клиническая оценка некоторых показателей обмена веществ при субклиническом кетозе у молочных коров голштинской пород / Д. С. Маркова, И. С. Степанов, А. А. Шиманова [и др.] // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции : материалы III-й международной конференции по ветеринарно-санитарной экспертизе, Воронеж, 15 ноября 2018 года / Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. Том 3. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 77-81.

66. Коба, И. С. Болезни незаразной этиологии в различных отраслях животноводства в Российской Федерации / И. С. Коба, Ю. И. Барсуков // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : Сборник трудов 3-й Научно-практической

конференции, Москва, 28 июня 2024 года. – Москва: ООО "Издательство «Сельскохозяйственные Технологии», 2024. – С. 224-225.

67. Коба, И. С. Распространение заболеваний незаразной этиологии в различных отраслях животноводства в Российской Федерации / И. С. Коба, Ю. И. Барсуков // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : Сборник трудов 2-й Научно-практической конференции, Москва, 23 июня 2023 года / Под общей редакцией С.В. Позябина, Л.А. Гнездиловой. – Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2023. – С. 209-210.

68. Колесов, В. М. Диагностика субклинического кетоза у высокопродуктивных коров / В. М. Колесов, И. И. Калюжный // Проблемы и пути развития ветеринарной и зоотехнической наук : Материалы Международной научно-практической конференции обучающихся, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти заслуженного деятеля науки, доктора ветеринарных наук, профессора кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза» Колесова Александра Михайловича, Саратов, 14–15 апреля 2021 года. – Саратов: Саратовская региональная общественная организация Центр вынужденных переселенцев «Саратовский источник», 2021. – С. 335-338.

69. Кондрахин, И. П. Диспансеризация - важнейшее звено профилактики внутренних болезней животных / И. П. Кондрахин, В. И. Левченко, В. В. Влизло // Ветеринария. – 2011. – № 11. – С. 3-6.

70. Контроль протеинового питания крупного рогатого скота с применением цифровых технологий / Д. А. Благов, С. В. Митрофанов, Н. С. Панферов, И. В. Миронова // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 3(39). – С. 16-19.

71. 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.

72. Коробов, А. В. Внутренние незаразные болезни животных / А. В. Коробов, В. Н. Денисенко, О. В. Громова. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», 2012. – 46 с.

73. Коршун, С. И. Продуктивное долголетие коров и причины, его сокращающие / С. И. Коршун, Н. Н. Климов // Модернизация аграрного образования: интеграция науки и практики: Сборник научных трудов по материалам V Международной научно-практической конференции, Томск, 05 декабря 2019 года. – Томск: Издательский центр «Золотой колос», 2019. – С. 226-228.

74. Кравченко, Т. К. Развитие Экспертной системы поддержки принятия решений / Т. К. Кравченко // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2013. – № 4. – С. 72-80.

75. Кривенцов, Ю. М. Продуктивное долголетие коров / Ю. М. Кривенцов, А. А. Иванов // Зоотехния. – 1991. – № 4. – С. 2-7.

76. Кроткова, А. П. Изменение уровня летучих жирных кислот в рубце и его связь со слюноотделением и обменом веществ у жвачных животных: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / А. П. Кроткова. – Ленинград, 1965. – 46 с.

77. Крупный рогатый скот. Содержание, кормление, болезни их диагностика и лечение: учебное пособие / А. Ф. Кузнецов, А. В. Святковский, В. Г. Скопичев, А. А. Стекольников. – Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2022. – 624 с.

78. Лазарев, Е. А. Применение искусственного интеллекта (ИИ) в медицине для диагностики и лечения заболеваний / Е. А. Лазарев // Вестник науки. – 2023. – Т. 5, № 12-1(69). – С. 408-411.

79. Липко, Ю. Ю. К вопросу о концептуальных подходах формирования и реализации моделей интерфейсов информационных систем поддержки принятия медицинских решений / Ю. Ю. Липко, З. А. Шогенова // Современная наука и инновации. – 2023. – № 2(42). – С. 33-40.

80. Лоретц, О. Г. Quality improvement of milk products at industrial technologies of cattle management / О. Г. Лоретц, И. М. Донник // Science, technology and higher education: Materals of the VIII international research and practice conference, Westwood, Canada, 14–15 октября 2015 года. – Westwood, Canada: Accent Graphics communications, 2015. – С. 53-57.

81. Лукьянов, Б. В. Генерация модели лактации по данным управленческого учета в программах «КОРАЛЛ» / Б. В. Лукьянов, П. Б. Лукьянов // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2018. – № 10. – С. 61-66.

82. Лукьянов, Б. В. Руководство Пользователя по компьютерным программам КОРАЛЛ / Б. В. Лукьянов, П. Б. Лукьянов. – Москва: Издательство «Русайнс», 2017. – 346 с.

83. Лукьянов, П. Б. Диагностика болезней сельскохозяйственных животных в экспертных системах «КОРАЛЛ» / П. Б. Лукьянов // Информационные технологии, системы и приборы в АПК. АГРОИНФО-2021: Материалы 8-й Международной научно-практической конференции, р.п. Краснообск, 21–22 октября 2021 года / под ред. В.В. Альта. – Новосибирск - Краснообск: Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 2021. – С. 80-84.

84. Лукьянов, П. Б. Компьютерные программы «КОРАЛЛ»: автоматизация управления ветеринарными мероприятиями / П. Б. Лукьянов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2021. – № 11. – С. 50-57.

85. Лукьянов, П. Б. Облачные технологии в экспертных системах по диагностике болезней сельскохозяйственных животных / П. Б. Лукьянов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2022. – № 2-2. – С. 68-74.

86. Лукьянов, П. Б. Система поддержки принятия решений для оптимизации оперативного управления экономикой производства животноводческой продукции: специальность 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук / Лукьянов Павел Борисович. – Москва, 2011. – 45 с.

87. Ляховка, Д. Р. Влияние CRM - систем в животноводстве / Д. Р. Ляховка, В. А. Лещенко // Эффективное управление инновационными процессами в условиях цифровой трансформации: сборник статей Международной научно-практической конференции, Магнитогорск, 10 декабря 2022 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2022. – С. 67-69.

88. Ляховка, Д. Р. Внедрение CRM - систем, оптимизация процессов производства / Д. Р. Ляховка // Становление и развитие новой парадигмы инновационной науки в условиях современного общества: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Самара, 25 февраля 2023 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2023. – С. 32-35.

89. Майоров, Р. П. Аспекты индикации субклинического кетоза по биохимическим критериям / Р. П. Майоров, И. И. Калюжный, Н. Д. Баринов // Проблемы и пути развития ветеринарии высокотехнологичного животноводства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ГНУ ВНИВИПФиТ Россельхозакадемии, Воронеж, 01–02 октября 2015 года. – Воронеж: Издательство Истоки, 2015. – С. 283-285.

90. Макашова, Т. А. Показатели крови молочных коров как отражение физиологического состояния животных / Т. А. Макашова, Т. А. Никифорова, А. А. Иванов // Вестник мясного скотоводства. – 2010. – Т. 1, № 63. – С. 85-94.

91. Малахова, Н. А. Диспансеризация животных / Н. А. Малахова, В. Н. Масалов. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2012. – 28 с.

92. Малахова, Н. А. Клинико-физиологические основы диспансеризации животных на животноводческих предприятиях АПК: учебно-методическое пособие / Н. А. Малахова, В. Н. Масалов, О. Г. Пискунова. – Орел: Орловский государственный аграрный университет, 2013. – 136 с.

93. Малых, В. Л. Системы поддержки принятия решений в медицине / В. Л. Малых // Программные системы: теория и приложения. – 2019. – Т. 10, № 2(41). – С. 155-184. – DOI 10.25209/2079-3316-2019-10-2-155-184.

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

95. Матвеева, А. В. Перспективы развития цифровых технологий в диагностике и лечении животных / А. В. Матвеева, С. А. Кузьмина // Научные труды студентов Ижевской ГСХА: сборник статей. – Ижевск: Удмуртский государственный аграрный университет, 2024. – С. 925-929.

96. Матющенко, П. В. Оценка состояния кормления коров по навозу / П. В. Матющенко // Молочное и мясное скотоводство. – 2020. – № 6. – С. 42-46.

97. Методические указания по диспансеризации крупного рогатого скота (одобрены Главным управлением ветеринарии Минсельхоза СССР 12 августа 1969 г. / М-во сельск. хоз-ва СССР. Гл. упр. ветеринарии. – Москва: Издательство «Колос», 1972. – 17 с.

98. Методы диагностики болезней сельскохозяйственных животных / А. П. Курдеко, С. П. Ковалев, В. Н. Алешкевич [и др.]; под редакцией А. П. Курдеко, С. П. Ковалев. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2023. – 208 с.

99. Методы контроля кормления коров с высокой продуктивностью адаптивными рационами / Л. В. Романенко, В. И. Волгин, П. Н. Прохоренко, Л. Федорова // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 1. – С. 23-27.

100. 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.

101. Мороз, М. Т. Современные технологии повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, улучшения качества животноводческой продукции. Организация биологически полноценного кормления высокопродуктивных коров : учебное пособие / М. Т. Мороз, В. В. Захаров, В. И. Саморуков ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2023. – 110 с.

102. Морфология, физиология и патология органов пищеварения жвачных животных: учебник / К. А. Сидорова, Л. А. Глазунова, С. А. Веремеева [и др.]. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – 289 с.

103. Мухитов, А. А. Диспансеризация животных / А. А. Мухитов // В мире научных открытий: Материалы VI Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 24–25 мая 2022 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2022. – С. 1439-1442.

104. Назарова А. В. Доказательная ветеринарная медицина / А. В. Назарова, Б. С. Семенов, Т. Ш. Кузнецова. – Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2022. – 84 с.

105. Нарушение метаболических процессов в организме беременных коров при развитии субклинического кетоза / С. Н. Бабухин, В. С. Авдеенко, И. И. Калюжный [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 11. – С. 6-11.

106. Незаразная патология крупного рогатого скота в хозяйствах с промышленной технологией / А. В. Яшин, Г. Г. Щербаков, И. И. Калюжный [и др.]; под редакцией А. В. Яшин. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2023. – 220 с.

107. Незаразная патология крупного рогатого скота в хозяйствах с промышленной технологией: учебное пособие для спо / А. В. Яшин, А. В. Прусаков,

И. И. Калюжный [и др.]; под редакцией А. В. Яшина. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2021. – 220 с.

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

109. Никулина, Н. Б. Функциональное состояние гепаторенальной системы у коров при нарушении кормления и содержания / Н. Б. Никулина, В. М. Аксенова // Современные аспекты ветеринарии и зоотехнии. Творческое наследие В.К. Бириха (к 115-летию со дня рождения): материалы Всероссийской научно-практической конференции, Пермь, 25 апреля 2018 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ Прокростъ, 2018. – С. 96-99.

110. Об учете животных в компоненте ФГИС «Ветис» Хорриот и доступе негосударственных ветеринарных врачей к демонстрационной версии интеграционного шлюза Ветис.API для взаимодействия с компонентом Хорриот // Вестник ветеринарии. – 2024. – № 2(109). – С. 57-58.

111. Огнивцев, С. Б. Цифровизация экономики и экономика цифровизации АПК / С. Б. Огнивцев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 2. – С. 77-80.

112. Никитин, И. Н. Организация государственного ветеринарного надзора: Учебник для вузов / И. Н. Никитин, А. И. Никитин. – Издание второе, переработанное и дополненное. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2019. – 460 с.

113. Основы доказательной медицины. Учебное пособие для системы послевузовского и дополнительного профессионального образования врачей / Под общей редакцией Р.Г. Оганова. – Москва: Издательство «Силицея-Полиграф», 2010. – 136 с.

114. Чернявский, А. П. Патогенез и лечение коров с острой атонией рубца: специальность 16.00.01: диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Чернявский Артем Петрович. – Белгород, 2008. – 115 с.

115. Перов, И. Е. Интелектуальные системы организации производственных процессов молочного скотоводства / И. Е. Перов, С. Л. Алексеев, Р. Х. Зарипов // Цифровые технологии в подготовке кадров АПК как ключевой фактор повышения его эффективности. Актуальные проблемы противодействия коррупции в системе обеспечения экономической безопасности: Сборник научно-практических материалов международных научно-практических конференций, посвящённый XXX-летию Татарского института переподготовки кадров агробизнеса, Казань, 26 мая – 23 2022 года / Под редакцией Н.Л. Титова, С.Л. Алексеева, Н.М. Якушкина, В.Н. Шилова, В.Н. Фомина. Том Выпуск XVI. – Казань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса», 2022. – С. 213-227.

116. Петрова, О. Г. Причины болезней высокопродуктивных коров / О. Г. Петрова, М. И. Барашкин, А. С. Макаримов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 1(107). – С. 28-30.

117. Практикум по внутренним болезням животных / Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин, А. П. Курдеко [и др.]; Под ред.: Щербаков Г. Г.. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2023. – 544 с.

118. Практикум по клинической диагностике с рентгенологией / И. М. Беляков, Г. Л. Дугин, В. С. Кондратьев [и др.] – Москва: Издательство «Колос», 1992. – 286 с.

119. Применение цифровых технологий для анализа и контроля питательности рационов крупного рогатого скота / Д. А. Благов, И. В. Миронова, С. В. Митрофанов, Н.С. Панферов // Все о мясе. – 2020. – № 5S. – С. 56-58.

120. Продуктивное долголетие молочного скота и факторы его обуславливающие / Н. П. Сударев, М. Е. Мурзаева, О. П. Прокудина [и др.] //

Актуальные проблемы развития племенного животноводства и кормопроизводства в Российской федерации : Всероссийская научно-практическая конференция, Тверь, 11–13 февраля 2014 года / редколлегия: О.Р. Балаян, И.М. Динин, Н.П. Сударев (редактор), Е.Н. Есина (ответственный секретарь). – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2014. – С. 12-16.

121. Проскуряков, А. В. Проектирование и реализация подсистемы поддержки принятия решений медицинской информационной системы с позиции системного подхода при решении задач верификации медицинских биологических объектов / А. В. Проскуряков // Проблемы автоматизации. Региональное управление. Связь и акустика: Сборник трудов XI Всероссийской научной конференции и молодежного научного форума, Геленджик, 01–03 ноября 2022 года / Сост. Ю.Б. Щемелева, С.В. Кирильчик, А.Я. Номерчук. – Ростов-на-Дону - Таганрог: Южный федеральный университет, 2022. – С. 299-303.

122. Прохоренко, П. Н. Влияние различных факторов на продуктивное долголетие коров / П. Н. Прохоренко, С. Е. Тяпугин // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – № 7. – С. 13-16.

123. Разработка комплексной цифровой обучающей платформы для сельского хозяйства / Р. Д. Гончаров, А. Д. Тарасов, С. Д. Россошанский, М. Р. Цагареишвили // 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. 35-41.

124. Распутина, О. В. Система органов пищеварения: учебное пособие / О. В. Распутина, А. П. Власов. – Новосибирск: Новосибирский Государственный Аграрный Университет, 2019. – 118 с.

125. Романова, Н. А. Клинические рекомендации (руководства) как инструктивный текст / Н. А. Романова // Русский лингвистический бюллетень. – 2023. – № 11(47). – С. 25-31.

126. Рубанович, А. В., Классификация биомаркеров: маркеры-диагносты и маркеры-классификаторы / А. В. Рубанович, Л. Е. Сальникова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. (приложение «Биологические науки»). – С. 24.

127. Румовская, С. Б. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в медицине: понятие, проблемы, подходы к разработке / С. Б. Румовская // Системы и средства информатики. – 2024. – Т. 34, № 2. – С. 107-122.

128. Русинович, А. А. Цифровизация ветеринарной деятельности / А. А. Русинович, В. В. Жалдыбин // Экология и животный мир. – 2023. – № 1. – С. 3-6.

129. Сакидибиров, О. П. Причины возникновения незаразных болезней / О. П. Сакидибиров, М. М. Ахмедов, М. О. Баратов // Абдулбасировские чтения : I Республиканская научно-практическая конференция, посвящённая жизни и деятельности российского политического деятеля Магомедтагира Меджидовича Абдулбасирова, Махачкала, 03 ноября 2022 года. – Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2022. – С. 113-119.

130. Самоварова, К. А. Распространённые болезни животных обусловленные нарушениями кормления и содержания / К. А. Самоварова // В мире научных открытий: Материалы VI Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 24–25 мая 2022 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2022. – С. 2051-2055.

131. Самохин, В. Т. Своевременно предупреждать незаразные болезни животных / В. Т. Самохин, А. Г. Шахов // Ветеринария. – 2000. – № 6. – С. 3-6.

132. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023618826 Российская Федерация. Мобильное приложение «REGAGRO 3 - Ветеринарный врач»: № 20236180960: заявл. 02.05.2023: опубл. 02.05.2023 / С. Б. Шерстобоев, П. Л. Баев, Д. А. Федосеев [и др.]; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «АГРОСЕРВИС».

133. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024667724 Российская Федерация. «Контроль производственных процессов в

животноводстве для КРС (крупный рогатый скот) на основе искусственного интеллекта.»: № 2024665526: заявл. 05.07.2024: опубл. 29.07.2024; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «СВС Агро».

134. Сивкин, Н. В. Балльная оценка упитанности, молочная продуктивность и биохимические показатели крови у высокопродуктивных коров / Н. В. Сивкин, Г. Г. Карликова, И. В. Гусев // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 8. – С. 75-77.

135. Сивкин, Н. В. Оценка упитанности коров молочных пород как инструмент управления стадом / Н. В. Сивкин, Н. И. Стрекозов, А. Н. Лавелин // Материалы научно-практической конференции «Актуальные проблемы технологии приготовления кормов и кормления сельскохозяйственных животных»: к 100-летию А.А. Зубрилина, Дубровицы, 15–16 июня 2006 года / ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии. – Дубровицы, 2006. – С. 216-218.

136. Сивкин, Н. В. Упитанность и экстерьер в продуктивном долголетии коров голштинской породы / Н. В. Сивкин, Н. И. Стрекозов, С. В. Никитина // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 10. – С. 53-55.

137. Сигидов, Ю. И. Совершенствование организации управленческого учета в животноводстве / Ю. И. Сигидов, С. А. Чернявская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 99. – С. 870-883.

138. Сидоров, Г. В. Исследование мочи животных - элемент диагностики болезней / Г. В. Сидоров, Е. А. Ушакова, О. А. Козлова // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2017. – № 2-3. – С. 99-103.

139. Сидорова, М. В. Морфология сельскохозяйственных животных. Анатомия и гистология с основами цитологии и эмбриологии / М. В. Сидорова, В. П. Панов, А. Э. Семак; Под ред.: Сидорова М. В.. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2023. – 544 с.

140. Сизова, О.В. Системы поддержки принятия решений: учебное пособие / О.В. Сизова. – Иваново: Ивановский государственный химико-технологический университет, 2017. – 83 с.

141. Скопичев, В. Г. Морфология и физиология животных: учебное пособие для вузов / В. Г. Скопичев, В. Б. Шумилов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2022. – 416 с.

142. Смоленцев, С. Ю. Цифровизация в ветеринарной медицине / С. Ю. Смоленцев // Информационно-вычислительные технологии и их приложения : Сборник статей XXVI Международной научно-технической конференции, Пенза, 15–16 августа 2022 года / Под научной редакцией В.В. Кузиной. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 200-203.

143. Смолин, С. Г. Физиология и этология животных / С. Г. Смолин. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2023. – 628 с.

144. Содержание глюкозы в крови высокопродуктивных коров по периодам лактации и способам содержания как критерий оценки энергетического обмена / Л. А. Корельская, И. В. Гусаров, О. Д. Обряева, С. А. Коломиец // АгроЗооТехника. – 2022. – Т. 5, № 2. – С. 1-10.

145. Соколов, Р. В. Технологии искусственного интеллекта в животноводстве (опыт Германии и России) / Р. В. Соколов, К. И. Меликова, Л. А. Попутникова // Актуальные вопросы развития науки и технологий: Сборник статей молодых учёных, Караваево, 04 апреля 2024 года. – Караваево: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», 2024. – С. 546-553. – EDN LPDFSR.

146. Справочник ветеринарного фельдшера: справочник / под редакцией Г. А. Кононова. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2022. – 896 с.

147. Старцева, В. В. Цифровые технологии в ветеринарии / В. В. Старцева, С. А. Селюкова // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения :

Сборник материалов LV Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 17–19 марта 2021 года. Том Часть 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – С. 575-577.

148. Степаненко, Е. И. Совершенствование производственного контроля в животноводстве / Е. И. Степаненко // Экономические проблемы современного АПК: Материалы научно-практических конференций молодых исследователей, г. Балашиха, 01 ноября – 01 ноября 2011 года. – г. Балашиха: Российский государственный аграрный заочный университет, 2011. – С. 76-81.

149. Степанов, И. С. Диагностика и лечение кетоза у коров в условиях интенсивных технологий производства молока / И. С. Степанов, И. И. Калюжный // Саратовский форум Ветеринарной медицины и продовольственной безопасности Российской Федерации : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвящается 100-летию факультета ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, Саратов, 03–04 сентября 2018 года. – Саратов: б.и., 2018. – С. 226-232.

150. Тимофеев, К. Д. Диагностика кетоза у коров / К. Д. Тимофеев, И. И. Калюжный // Проблемы и пути развития ветеринарной и зоотехнической наук : Материалы Международной научно-практической конференции обучающихся, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти заслуженного деятеля науки, доктора ветеринарных наук, профессора кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза» Колесова Александра Михайловича, Саратов, 14–15 апреля 2021 года. – Саратов: Саратовская региональная общественная организация Центр вынужденных переселенцев «Саратовский источник», 2021. – С. 391-396.

151. Тимошкина, Е. В. Основные аспекты эффективного применения информационных технологий в ветеринарии в условиях цифровизации / Е. В. Тимошкина, И. Г. Абышева // Наука Удмуртии. – 2022. – № 2(97). – С. 192-200.

152. Тимошкина, Е. В. Технология виртуальной реальности в сельском хозяйстве как один из важнейших факторов цифровизации отрасли / Е. В. Тимошкина, Н. А. Сошин // Наука Удмуртии. – 2023. – № 2 (101). – С. 45-52.

153. Туников, Г. М. Биологические основы продуктивности крупного рогатого скота: учебное пособие / Г. М. Туников, И. Ю. Быстрова. – 2-е изд., доп. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2022. – 336 с.

154. Успенская, Ю. А. Физиология пищеварения: учебное пособие / Ю. А. Успенская. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2014. – 114 с.

155. Физиология пищеварения и обмена веществ: учебное пособие для вузов / И. Н. Медведев, С. Ю. Завалишина, Т. А. Белова, Н. В. Кутафина; Под общей редакцией профессора И. Н. Медведева. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2022. – 144 с.

156. Филимонова, Ю. Уникальные паспорта здоровья животных придумали ученые из Екатеринбурга / Ю. Филимонова // БИО. – 2020. – № 12(243). – С. 4.

157. Формирование кормовой базы сельскохозяйственного предприятия с использованием цифровых технологий / Н. Н. Новиков, Д. А. Благов, В. С. Никитин [и др.] // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2020. – № 5. – С. 61-71.

158. Функциональные возможности программы «Селэкс «Молочный скот»: Методические указания. – Барнаул: Федеральное государственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Алтайский институт повышения квалификации руководителей и специалистов агропромышленного комплекса», 2021. – 22 с.

159. Харитонов, Е.Л. Профилактика нарушений рубцового пищеварения у растущих бычков молочных пород / Е.Л. Харитонов, К.С. Остренко, В.О. Лемешевский// Ветеринария. Учредители: Министерство сельского хозяйства РФ, АНО. – 2020. – № 9. – С. 50-55.

160. Цагареишвили, М. Р. Исследование распространения болезней пищеварительной системы крупного рогатого скота незаразной этиологии в хозяйстве Саратовской области / М. Р. Цагареишвили, И. И. Калюжный // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: Материалы Международной научно-практической конференции, Саратов, 10–11 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, 2024. – С. 140-142.

161. 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 марта – 28 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2023. – С. 164-169.

162. Цифровые технологии в помощь животноводству / Д. А. Благов, И. В. Миронова, Н. И. Торжков [и др.] // Мичуринский агрономический вестник. – 2019. – № 1. – С. 48-59.

163. Чабрикова, Т. Д. Организация и анализ ветеринарного учета и отчетности / Т. Д. Чабрикова, Л. А. Кольцова // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2(39). – С. 39-48.

164. Черепанов, Г. Г. Проблемы биологии продуктивных животных с позиций новых информационных технологий: зачем нужен «Зоофизтех» / Г. Г. Черепанов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2021. – № 4. – С. 62-78.

165. Черепанов, Г. Г. Физиологический мониторинг на основе систем биосенсоров и технологий Big Data: возможности и перспективы для повышения жизнеспособности высокоудойных коров / Г. Г. Черепанов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2021. – № 1. – С. 75-86.

166. Черная, Л. Особенности желудочного пищеварения у жвачных животных / Л. Черная // Научное обозрение. Биологические науки. – 2017. – № 2. – С. 153-156.

167. Черненок, В. В. Основные синдромы и диагностика внутренних болезней животных / В. В. Черненок. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2018. – 36 с.

168. Чикина, Е. Д. Внедрение цифровых технологий в деятельность агропромышленного комплекса / Е. Д. Чикина, М. В. Шевченко // Проблемы современной экономики. – 2024. – № 2(90). – С. 186-190.

169. Шайдуллин, И. Н. Диспансеризация и её значение в профилактике незаразных болезней у коров / И. Н. Шайдуллин, А. Т. Лабзина // Диагностика, терапия и профилактика болезней сельскохозяйственных животных: Тематический сборник / Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, 1974. – С. 76-82.

170. Шарабрин, И. Г. Методические указания по комплексной диспансеризации крупного рогатого скота / И. Г. Шарабрин, И. П. Кондрахин, М. Х. Шайхоманов – Москва: Издательство «МВА», 1988. – 40 с.

171. Шестакова, С. В. Комплексные исследования животных при диспансеризации по дисциплинам «Внутренние незаразные болезни» и «Клиническая диагностика» / С. В. Шестакова, Н. М. Лукинская // Развитие образования на современном этапе: цели, задачи, приоритеты: Сборник статей по результатам всероссийской научно-методической конференции по качеству образования и управления, Вологда-Молочное, 01 января 2009 года. – Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, 2009. – С. 136-137.

172. Шкуратова, И. А. Совершенствование методов диагностики заболеваний печени у крупного рогатого скота / И. А. Шкуратова, М. В. Ряпосова, А. И. Белоусов // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – № 1. – С. 34-36.

173. Шубина, Т. П. Особенности строения пищеварительно системы сельскохозяйственных животных / Т. П. Шубина, М. С. Скокова //

Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 октября 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 257-260.

174. Aktas, M.S. Relationships between Body ConditionScore and some metabolic blood parameters in early lac-tating dairy cows / M.S. Aktas, S. Ozkanlar, O. Ucar, et al.Revue Méd. Vét., 2011 162, 12, 586-592 p.8.

175. Arai S, Okada H, Sawada H, Takahashi Y, Kimura K, Itoh T. Evaluation of ruminal motility in cattle by a bolus-type wireless sensor. J Vet Med Sci. 2019 Dec 26;81(12):1835-1841. doi: 10.1292/jvms.19-0487. Epub 2019 Nov 5. PMID: 31685723; PMCID: PMC6943329.

176. Bello R.-W., Mohamed A.S.A., Talib A.Z. Smart animal husbandry: A review of its data, applications, techniques, challenges and opportunities // World Scientific News. 2023. V.181, № 3(2). P. 68-98

177. Braun U, Schweizer A, Trösch L. Ultrasonography of the rumen of dairy cows. BMC Vet Res. 2013 Mar 5;9:44. doi: 10.1186/1746-6148-9-44. PMID: 23497545; PMCID: PMC3599110.

178. Braun U., Schweizer A. Ultrasonographic assessment of reticuloruminal motility in 45 cows //Schweizer Archiv für Tierheilkunde. – 2015. – T. 157. – №. 2. – P. 87-95.

179. Castillo-Lopez, E., Petri, R. M., Ricci, S., Rivera-Chacon, R., Sener-Aydemir, A., Sharma, S., et al. (2021a). Dynamic changes in salivation, salivary composition, and rumen fermentation associated with duration of high grain feeding in cows. J. Dairy Sci. 104, 4875–4892. doi: 10.3168/jds.2020-19142

180. Chibisa, G. E., Beauchemin, K. A., and Penner, G. B. (2016). Relative contribution of ruminal buffering systems to pH regulation in feedlot cattle fed either low- or high-forage diets. Animal 10, 1164–1172. doi: 10.1017/S1751731115002888

181. Clinico-Pathological and Biochemical Alterations in Cattle Affected with Gastrointestinal Obstruction / Dwibedi, AK Sahoo, I Nath, SS Behera // Cronicon. – 2019.

182. Efficacy of Abdominal Ultrasonography for Differentiation of Gastrointestinal Diseases in Calves / Naoaki Yoshimura, Takeshi Tsuka, Takaaki Yoshimura, Takeshige Otoi // Animals. – 2022. – V. 12, № 24. – P. 2489

183. Emery,R.S. Physical and Chemical Changes in Bovine Saliva and Rumen Liquid with Different Hay-grain Rations / R.S. Emery, C.K. Smith, R.M. Grimes, C.F. Huffman, C.W. Duncan // Departments of Dairy, Microbiology, and Agricultural Chemistry, Michigan State University, 1959

184. Fiore E, Faillace V, Morgante M, Armato L, Gianesella M. A retrospective study on transabdominal ultrasound measurements of the rumen wall thickness to evaluate chronic rumen acidosis in beef cattle. BMC Vet Res. 2020 Sep 15;16(1):337. doi: 10.1186/s12917-020-02561-7. PMID: 32933521; PMCID: PMC7493169.

185. Foster D. Disorders of Rumen Distension and Dysmotility. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2017 Nov;33(3):499-512. doi: 10.1016/j.cvfa.2017.06.006. Epub 2017 Aug 25. PMID: 28847418.

186. Gastrointestinal diseases in cattle: a review of diagnostic methods and treatment options / John Smith, Sarah Johnson // Veterinary Journal. – 2021. – V. 10, № 2. – P. 123-135

187. Haven ML. Bovine esophageal surgery / Vet Clin North Am Food Anim Pract. – 1990. – Jul6(2):359-69.– doi: 10.1016/s0749-0720(15)30866-5.

188. Grünberg, W. Intestinal Diseases in Cattle / Walter Grünberg // MSD Veterinary Manual. – 2021.

189. Invited Review: Ketosis Diagnosis and Monitoring in High-Producing Dairy Cows / Mariana Alves Caipira Lei, João Simões // Dairy. – 2021. – V. 2, № 2. – P. 303-325.

190. J.T. Reid, C.F. Huffman, Some Physical and Chemical Properties of Bovine Saliva which May Affect Rumen Digestion and Synthesis1, Journal of Dairy Science, Volume 32, Issue 2, 1949, Pages 123-132, ISSN 0022-0302/

191. Kaneko, J. Clinical Biochemistry of DomesticAnimals (Sixth Edition) / J. Kaneko, J.W. Har-vey.M. L. Bruss, 2008.- 928 p.

192. Ketosis in Dairy Cows / Josef J. Gross // Production Diseases in Farm Animals. – 2024. – P. 115-133.

193. Kleen, J.L. Subacute ruminal acidosis (SARA): areview. / J.L. Kleen, G.A. Hooijer, J. Rehage , J.P.Noordhuizen // J Vet Med A Physiol Pathol ClinMed, 2003, vol. Oct;50(8).- P.406-414

194. McAllister TA, Bae HD, Jones GA, Cheng KJ. Microbial attachment and feed digestion in the rumen. J Anim Sci. 1994 Nov;72(11):3004-18. doi: 10.2527/1994.72113004x. PMID: 7730196.

195. Metabolomic biomarkers correlating with hepatic lipidosis in dairy cows / Sandro Imhasly, Hanspeter Naegeli, Sven Baumann, Martin von Bergen, Andreas Luch, Harald Jungnickel, Sarah Potratz & Christian Gerspach // BMC Veterinary Research. – 2014. – V. 10, № 122.

196. Milk yield variation partially attributed to blood oxygen-mediated neutrophil activation in lactating dairy goats / Jie Cai, Shulin Liang, Yunyi Xie, Xinwei Zang, Luyi Jiang, Chao Miao, Jianxin Liu, Diming Wang // British Journal of Nutrition. – 2023. – V. 129, № 3. – P. 369-380.

197. Noordhuizen, J.P.T.M. and Metz, J.H.M., 2005. Quality control on dairy farms with emphasis on public health, food safety, animal health and welfare, Livestock Production Science, 94, 51–59.

198. Nusai C. A mobile expert system for disease diagnosis of dairy cow / C. Nusai, W.Chankeaw, B.Sangkaew // 8th Annual IEEE/SICE International Symposium on System Integration, SII. – 2015, Article № 7405063. – P. 690–695.

199. Owens, F.N. Acidosis in cattle: a review / F.N. Owens,D.S. Secrist, W.J. Hill, D.R. Gill // J. Anim. Sci.,1998,vol. 76. P 275–286.

200. PD Constable, GY Miller, GF Hoffsis, BL Hull, DM Rings - American journal of veterinary research, 1992.

201. Relationship among Blood Indicators of Hepatic Function and Lipid Content in the Liver during Transitional Period in High-Yielding Dairy Cows / Radojica Djoković, Horea Šamanc, Milijan Jovanović, Natalija Fratrić, Vladimir Dosković & Zoran Stanimirović // Acta Scientiae Veterinariae. – 2013. – V. 41, № 1128.

202. Richard, L.C. Ongoing poor ruminal health in a south-west dairy herd / Livestock 16(1): Cumbria England, 2011. P. 16-22.

203. Scientific Feeding Management of High Yielding Animals / Kumar Govil, B. K. Ojha, Abhilasha Singh, Ankush Kiran Niranjan, Somesh Kumar Meshram, Dimpee Singh // SciInnova. – 2024.

204. Smart animal husbandry: A review of its data, applications, techniques, challenges and opportunities / Rotimi-Williams Bello, Ahmad Sufril Azlan Mohamed, Abdullah Zawawi Talib // World Scientific News. – 2023. – V. 181, № 3(2). – P. 68-98

205. Sun M. Aquatic animal disease diagnosis system based on android / M.Sun, D. Li // IFIP Advances in Information and Communication Technology. – 2016. – Vol. 478. – P. 115–124.

206. Swine-vet: A web-based expert system of swine disease diagnosis / C. Nusai, S.Cheechang, S.Chaiphech, G.Thanimkan // Procedia Computer Science. – 2015. – Vol. 63, – P. 366–375.

207. The Significance and Ethics of Digital Livestock Farming / Suresh Neethirajan // AgriEngineering. – 2023. – V. 5, № 1. – P. 45-60.

208. Tsagareishvili, M. R. Review of prospects for using the study of saliva in cattle to assess the functioning of the digestive organs / M. R. Tsagareishvili // , 29 февраля 2024 года, 2024. – P. 207-209. – EDN BDGWEM.

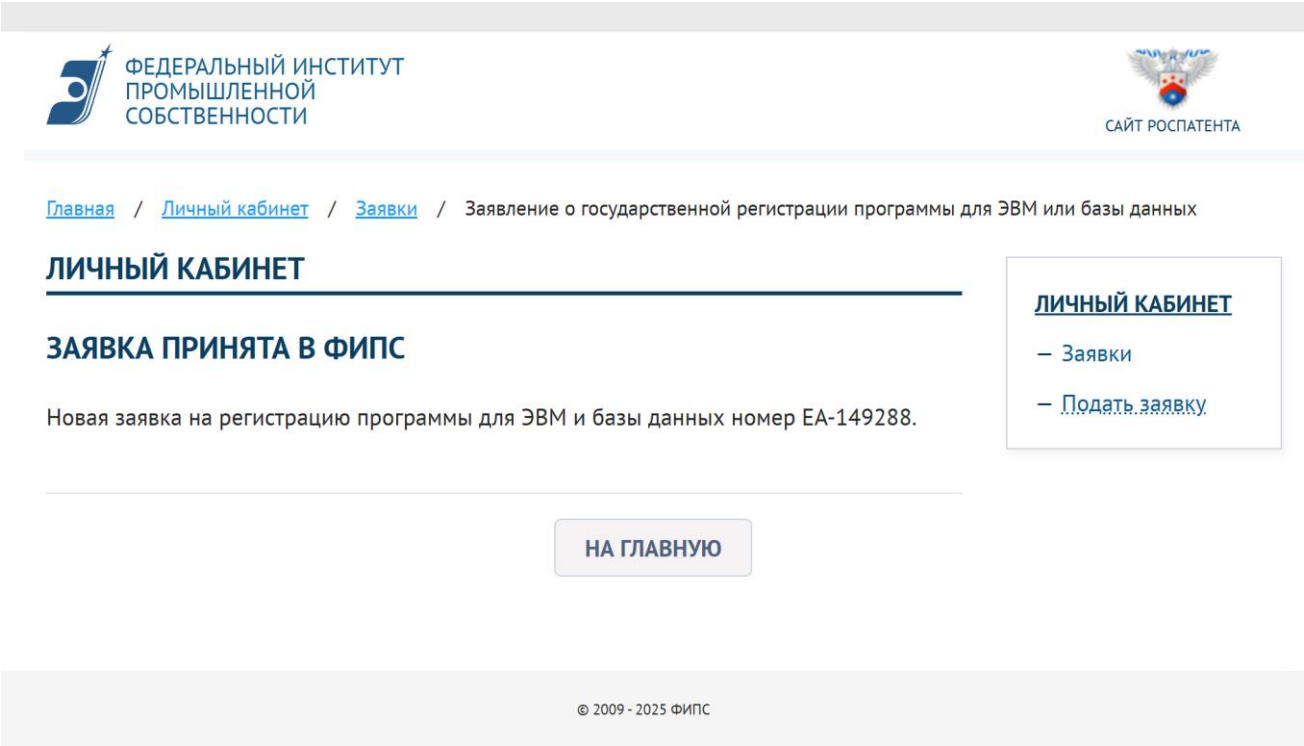
209. Vanhoudt A, van Winden S, Fishwick JC, Bell NJ. Monitoring cow comfort and rumen health indices in a cubicle-housed herd with an automatic milking system: a repeated measures approach. Ir Vet J. 2015 Jun 12;68(1):12. doi: 10.1186/s13620-015-0040-7. Erratum in: Ir Vet J. 2015 Aug 27;68(1):19. doi: 10.1186/s13620-015-0046-1. PMID: 26075057; PMCID: PMC4465732.

210. Veterinary informatics: forging the future between veterinary medicine, human medicine, and One Health initiatives-a joint paper by the Association for Veterinary Informatics (AVI) and the CTSA One Health Alliance (COHA) / JL. Lustgarten, A. Zehnder, W. Shipman, E. Gancher, TL. Webb // JAMIA Open. – 2020. – V. 11, № 3(2). – P. 306-317.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Заявка на свидетельство о регистрации программы для ЭВМ



Приложение 2

Золотая медаль выставки «Золотая Осень 2024»

ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ 2024

XXVI РОССИЙСКАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ
ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

ФГБОУ ВО Вавиловский университет,

г. Саратов

За разработку мобильного приложения
«Диагностика и учет больных животных»

ЗАМЕСТИТЕЛЬ МИНИСТРА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О.А. ГАТАГОВА

Приложение 3

Акт о внедрении АО «Племзавод «Трудовой»

УТВЕРЖДАЮ
Председатель Совета
директоров АО «Племзавод
«Трудовой»
Байзульдинов С. З.
«17» февраля 2025 г

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Мною, главным ветеринарным врачом АО «Племзавод «Трудовой» составлен настоящий акт о внедрении результатов научных исследований аспиранта кафедры «Болезни животных и ВСЭ» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» Цагареишвили Марка Робертовича.

Разработанный протокол для оценки функций органов пищеварения применяется практикующими ветеринарными врачами при проведении обследовании животных. Использование электронной версии протокола показало сокращение времени выявления заболеваний органов пищеварительной системы у животных, а также предоставило возможность удобного хранения результатов обследования животных в электронной форме, к которой есть онлайн доступ у каждого ветеринарного специалиста.

Разработанный алгоритм диагностики используется при обучении студентов специальности 36.05.01 «Ветеринария» при прохождении производственной практики для освоения методов диагностики болезней органов пищеварительной системы незаразной этиологии. Электронные формы прокола обследования животных предоставляются студентам для написания курсовых работ.

Таким образом, разработанный алгоритм оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота с применением цифровизации ускоряет выявление больных животных и постановку диагноза, относительно общепринятого полного клинического обследования животных, а также демонстрирует высокую диагностическую эффективность.

Главный ветеринарный врач
молочного комплекса _____ А. А. Карагулов

Начальник цеха
животноводства _____ Е. В. Кемпф

Зам. генерального директора
по общим вопросам _____ Д. К. Лимонин

Приложение 4

Акт о внедрении УНПО «Муммовское»

УТВЕРЖДАЮ
Директор Учебно-научно-производственное объединение «Муммовское» ФГБОУ ВО Вавиловский университет
_____ С.И. Бушкин
«13» февраля 2025 г.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Мною, исполняющим обязанности ветеринарного врача УНПО «Муммовкое» составлен настоящий акт о внедрении результатов диссертационной работы и научных исследований аспиранта кафедры «Болезни животных и ВСЭ» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» Цагареишвили Марка Робертовича на тему «Алгоритм оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота и его цифровизация».

В хозяйстве долгое время зрел вопрос применения методик экспресс-обследования животных, так как необходимо было актуализировать подход к диагностике болезней животных с применением современных решений. Разработанный в работе Цагареишвили М.Р. протокол объединяет преимущества простых и эффективных методов клинического обследования животных с методами экспресс-диагностики, основанных на применении качественных химических реакций в виде заготовленных тест-наборов и использования современных диагностических приборов.

Регулярная оценка функций органов пищеварения проводится ветеринарными специалистами хозяйства с использованием электронной версии протокола, что облегчает сбор и хранение данных об обследовании

животных и позволяет проводить четкий контроль состояния животных. Электронные формы прокола обследования животных также предоставляются студентам для написания курсовых работ, а диагностический алгоритм используется для обучения студентов специальности 36.05.01 «Ветеринария» при прохождении производственной практики на базе хозяйства.

Разработанный алгоритм оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота с применением цифровизации позволяет выявлять животных с отклоняющимися показателями здоровья в доклинической форме развития заболеваний, а также ускоряет выявление больных животных и постановку диагноза, относительно общепринятого полного клинического обследования животных, использует современные ветеринарные методики и демонстрирует высокую диагностическую эффективность.

И.о ветеринарного врача
хозяйства _____ М.Е. Жалмуханов

Начальник цеха
подготовки кормов _____ Д.Н. Новиков

Приложение 5

Акт о внедрении АО «Племзавод «Мелиоратор»

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
АО "Племенной завод
"Мелиоратор"
_____ Доровской А.Н.
« 19 » февраля 2025 г

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Мною, исполняющим обязанности главного ветеринарного врача АО "Племенной завод "Мелиоратор" составлен настоящий акт о внедрении результатов работы в рамках научных исследований аспиранта кафедры «Болезни животных и ВСЭ» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» Цагареишвили Марка Робертовича на тему «Алгоритм оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота и его цифровизация».

Мониторинг состояния здоровья животных и оценка нормального функционирования процессов пищеварения, обмена веществ и соответствующей продукции молока является важной задачей ветеринарных врачей комплекса, так как все вышеназванные процессы находятся в тесной взаимосвязи. В хозяйстве применяются различные диагностические проколы и протокол для экспресс-обследования здоровья животных, разработанный Цагареишвили М.Р., был успешно интегрирован в систему плановых диагностических мероприятий хозяйства, а протокол оценки функций органов пищеварения составляет основу диагностики в рамках диспансеризации по болезням органов пищеварения.

Предложенный Цагареишвили М.Р. комплекс исследований для ранней диагностики заболеваний пищеварительной системы включает применение

тест-систем, которые имеются в наличии в хозяйстве и достаточно активно применяются для уточнения диагноза в рамках клинической диагностики различных заболеваний: тест-полоски, pH-метры, кетометры, глюкометры, однако разработанный подход позволил оптимизировать время на исследования пищеварительной системы животных и фиксацию результатов обследования, благодаря использованию электронных версий протокола с заготовленными вариантами результатов обследования животных по множеству показателей.

Ветеринарные специалисты отмечают сокращение времени обследования животных по разработанному алгоритму, по сравнению с полным клиническим обследованиям животных в рамках текущей диспансеризации крупного рогатого скота, а использование тест-систем позволяет выявлять животных без выраженных признаков заболеваний и проводить оперативную коррекцию их физиологического статуса, что особенно актуально для высокопродуктивных и особо ценных животных. На основании проводимой апробации можно заключить, что созданный Цагареишвили М.Р. алгоритм оценки функций органов пищеварения, облает высокой диагностической эффективностью и успешно внедрён в работу ветеринарных врачей хозяйства.

И. о. главного
ветеринарного врача _____ А.М. Каширин

Главный зоотехник-
селекционер _____ Т.А. Иванчук

Начальник животноводческого
комплекса _____ Л.С. Киреева

Приложение 6

Карта обратной связи ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГУВМ

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной работе и международным связям ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, кандидат ветеринарных наук, доцент
_____ Никитин Г. С.
«24» января 2025 г.

КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Данные информационного письма о результатах научных исследований соискателя Цагареишвили Марка Робертовича внедрены в учебный процесс и научно-исследовательскую работу кафедры внутренних болезней животных им. А.В. Синева. Результаты научных исследований соискателя учёной степени кандидата ветеринарных наук ФГБОУ ВО Вавиловский университет Цагареишвили Марка Робертовича на тему: «Алгоритм оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота и его цифровизация» приняты к использованию в учебном процессе по дисциплинам: «Внутренние незаразные болезни», «Клиническая диагностика». Полученный материал используется при чтении лекций, проведении лабораторных и практических занятий, на семинарах для слушателей программы повышения квалификации, а также в научно-исследовательской работе кафедры.

Материалы диссертации рассмотрены на заседании кафедры № 7 от 24 января 2025 г.

24.01.2024

Заведующий кафедрой внутренних болезней животных им. А.В. Синева ФГБОУ ВО «СПбГУВМ», доктор ветеринарных наук, доцент

Прусаков Алексей Викторович

196084, Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»
тел/факс: (812)388-36-31
Web-сайт: https://spbguvm.ru/
e-mail: prusakovv-av@mail.ru

Приложение 7

Карта обратной связи ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ
_____ Шахов В.А.
«28» января 2025 г

КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

о внедрении результатов научных исследований соискателя Цагареишвили Марка Робертовича в учебный процесс и научно-исследовательскую работу кафедры «Незаразные болезни животных». Результаты научных исследований соискателя учёной степени кандидата ветеринарных наук ФГБОУ ВО Вавиловский университет Цагареишвили Марка Робертовича на тему: «Алгоритм оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота и его цифровизация» приняты к использованию в учебном процессе по дисциплинам: «Внутренние незаразные болезни», «Клиническая диагностика». Полученный материал используется при чтении лекций, проведении лабораторных и практических занятий, на семинарах для слушателей программы повышения квалификации, а также в научно-исследовательской работе кафедры.

Материалы диссертации рассмотрены на заседании кафедры № 6 от 14 января 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет»

460014 г.Оренбург,ул. Челюскинцев 18, т. (3532) 77-52-30, e-mail:rector@orenzau.ru; http://www.orensau.ru

Заведующий кафедрой незаразных болезней животных, д.б.н., профессор М.С. Сеитов

Приложение 8

Карта обратной связи от ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ

УТВЕРЖДАЮ
проректор по учебной работе
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
аграрный университет»
_____С.И. Завалишин
«30» января 2025 г.

КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

о внедрении результатов научных исследований соискателя Цагареишвили Марка Робертовича в учебный процесс и научно-исследовательскую работу кафедры «Терапии и фармакологии».

Результаты научных исследований соискателя учёной степени кандидата ветеринарных наук ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» Цагареишвили Марка Робертовича на тему: «Алгоритм оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота и его цифровизация» приняты к использованию в учебном процессе по дисциплинам: «Внутренние незаразные болезни», «Клиническая диагностика». Полученный материал используется при чтении лекций, проведении лабораторных и практических занятий, а также в научно-исследовательской работе кафедры.

Материалы диссертации рассмотрены на заседании кафедры, протокол № 6 от 22 января 2025 г.

Заведующий кафедрой
терапии и фармакологии
доктор ветеринарных наук, доцент Алексей Владимирович Требухов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет»
Место нахождения: 656049 Сибирский федеральный округ, Алтайский край, г. Барнаул, проспект Красноармейский, 98; тел. +7(3852) 628-046; адрес электронной почты: **agau@asau.ru**; **http://www.asau.ru**

Приложение 9

Карта обратной связи от ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по учебной работе
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
д.т.н., профессор
Н.М. Дерканосова

«10» марта 2025 г.

КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Результаты научных исследований соискателя Цагареишвили Марка Робертовича ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» на тему: «Алгоритм оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота и его цифровизация» приняты к использованию в учебном процессе по дисциплинам: «Внутренние незаразные болезни животных» и «Клиническая диагностика» ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. Полученный материал используется при чтении лекций, проведении лабораторных занятий, а также в научно-исследовательской работе студентов, аспирантов, соискателей и сотрудников кафедры терапии и фармакологии.

Материалы научных исследований Цагареишвили Марка Робертовича рассмотрены на заседании кафедры терапии и фармакологии ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (протокол №3 от 12.12.2024 г.)

Заведующий кафедрой терапии и фармакологии, доцент Д.А. Саврасов

Исполнитель: Саврасов Д.А.
Телефон: 8-951-859-26-63

Приложение 10

Карта обратной связи от ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-воспитательной
работе и молодёжной политике
ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ
Загидуллин Л.Р.
«16» января 2025 г

КАРТА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

о внедрении результатов научных исследований соискателя Цагареишвили Марка Робертовича в учебный процесс и научно-исследовательскую работу кафедры терапии и клинической диагностики с рентгенологией

Результаты научных исследований соискателя учёной степени кандидата ветеринарных наук ФГБОУ ВО Вавиловский университет Цагареишвили Марка Робертовича на тему: «Алгоритм оценки функций органов пищеварения крупного рогатого скота и его цифровизация» приняты к использованию в учебном процессе по дисциплинам: «Внутренние незаразные болезни животных», «Клиническая диагностика». Полученный материал используется при чтении лекций, проведении лабораторных и практических занятий, а также в научно-исследовательской работе кафедры.

Зав. кафедрой терапии и
клинической диагностики
с рентгенологией, к.вет.н., доцент О.А. Грачева

ФГБОУ Казанская ГАВМ
420029, Казань, ул. Сибирский тракт, д.35,
телефон: (843) 273-96-17 Факс: (843) 273-97-14
study@kazanveterinary.ru
казветакадемия.рф

Приложение 11

Таблица 10 – Матрица признаков болезней по разработанному протоколу (продолжение)

Заболевание	Исследуемый параметр	Прямые признаки	Косвенные признаки	Допустимое значение	Недопустимые значения
2. Стоматит	1. Упитанность	-	-	1,2,3	4
	2. Способность к движению	-	-	1	2,3,4,5,6
	3. Состояние тонуса мышц	-	2	1	3,4
	4. Реакция на раздражители	-	-	1,2	3,4,5
	5. Волосяной покров	-	2	1,4	3
	6. Поверхность кожи	-	-	1	2,3,4,5
	7. Эластичность кожи	-	2,3	1	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	2	-	1	-
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	2	-	1	3
	11. Пульс	-	-	1	2,3
	12. Количество дыхательных движений	-	-	1	2,3
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4,5	-	6	1,7
	14. Запах из ротовой полости	2,4	5	-	1,3,6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	2	5	-	1,3,4,6
	16. Язык	2	3,4	1	5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2,3
	18. Параметр pH слюны	-	-	1	2,3
	19. Форма живота	-	4	1	2,3
	20. Осмотр голодной ямки	-	4	1	2,3
	21. Стенки рубца пальпация	-	2	1	3,4,5
	22. Консистенция содержимого рубца	-	2,6	1,3	4,5
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	-	2,3	1	4
	24. Рубца перкуссия	-	-	1	2,3
	25. Рубца аускультация	-	2	1	3
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	-	2	1	3
	32. Сычуга пальпация	-	-	1	2
	33. Сычуга перкуссия	-	3	1,2	-
	34. Сычуга аускультация	-	2	1	3

Продолжение Таблицы 10

	35. Печени пальпация	-	-	1	2
	36. Печени перкуссия	-	-	1	2,3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1	2,3
	40. Толстого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	41. Анальное отверстие	-	-	1,2	3
	42. Характеристика дефекации	-	5	1	2,3,4
	43. Фекалии консистенция	-	2	1,7	3,4,5,6
	44. Цвет фекалий	-	-	1	2,3,4,5,6,7
	45. Запах фекалий	-	-	1,4	2,3,5
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	-	2,3,4,5	1	6,7,8,9,10, 11,12
	47. Реакция pH фекалий	-	-	1	2,3,4
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1,2,3	4,5,6
	51. Моча: белок	-	-	1,2,3	4,5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	-	-	1,2	3,4
	54. Моча: уробилиноген	-	-	1,2	3,4,5,6
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1,2,3	4,5
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	2	1,3	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9
3. Фарингит	1. Упитанность	-	-	1,2,3	4
	2. Способность к движению	-	-	1	2,3,4,5,6
	3. Состояние тонуса мышц	-	2	1	3,4
	4. Реакция на раздражители	-	-	1,2	3,4,5
	5. Волосяной покров	-	2	1,4	3
	6. Поверхность кожи	-	-	1	2,3,4,5
	7. Эластичность кожи	-	2,3	1	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	2	-	1	-
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	2	-	1	3
	11. Пульс	-	-	1,2,3	-
	12. Количество дыхательных движений	-	-	1,2,3	-
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4	5	6	1,7
	14. Запах из ротовой полости	3,4	2,5	-	1,6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	-	-	1,2	3,4,5,6
	16. Язык	-	2	1	3,4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	2	-	1	3

Продолжение Таблицы 10

	18. Параметр pH слюны	-	-	1	2,3
	19. Форма живота	-	4	1	2,3
	20. Осмотр голодной ямки	-	4	1	2,3
	21. Стенки рубца пальпация	-	2	1	3,4,5
	22. Консистенция содержимого рубца	-	2,6	1,3	4,5
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	-	2,3	1	4
	24. Рубца перкуссия	-	-	1	2,3
	25. Рубца аускультация	-	2	1	3
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	-	2	1	3
	32. Сычуга пальпация	-	-	1	2
	33. Сычуга перкуссия	-	3	1,2	-
	34. Сычуга аускультация	-	2	1	3
	35. Печени пальпация	-	-	1	2
	36. Печени перкуссия	-	-	1	2,3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1	2,3
	40. Толстого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	41. Анальное отверстие	-	-	1,2	3
	42. Характеристика дефекации	-	5	1	2,3,4
	43. Фекалии консистенция	-	2	1,7	3,4,5,6
	44. Цвет фекалий	-	-	1	2,3,4,5,6,7
	45. Запах фекалий	-	-	1,4	2,3,5
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	-	2,3,4,5	1	6,7,8,9,10,11, 12
	47. Реакция pH фекалий	-	-	1	2,3,4
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1,2,3	4,5,6
	51. Моча: белок	-	-	1,2,3	4,5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	-	-	1,2	3,4
	54. Моча: уробилиноген	-	-	1,2	3,4,5,6
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1,2,3	4,5
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	2	1,3	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9

Продолжение Таблицы 10

4. Эзофагит	1. Упитанность	-	-	1, 2, 3	4
	2. Способность к движению	-	-	1	2,3,4,5,6
	3. Состояние тонуса мышц	-	2	1	3,4
	4. Реакция на раздражители	-	-	1,2	3,4,5
	5. Волосяной покров	-	2	1,4	3
	6. Поверхность кожи	-	-	1	2,3,4,5
	7. Эластичность кожи	-	2,3	1	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	2	1	-
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	2	-	1	3
	11. Пульс	-	-	1,2,3	-
	12. Количество дыхательных движений	-	-	1,2,3	-
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4	5	6	1,7
	14. Запах из ротовой полости	3,4	2	5	1,6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	-	-	1	2, 3,4,5,6
	16. Язык	-	-	1, 2	3,4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	2	-	1	3
	18. Параметр pH слюны	-	-	1	2,3
	19. Форма живота	-	4	1	2,3
	20. Осмотр голодной ямки	-	4	1	2,3
	21. Стенки рубца пальпация	-	2	1	3,4,5
	22. Консистенция содержимого рубца	-	2,6	1,3	4,5
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	-	2,3	1	4
	24. Рубца перкуссия	-	-	1	2,3
	25. Рубца аускультация	-	2	1	3
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	-	2	1	3
	32. Сычуга пальпация	-	-	1	2
	33. Сычуга перкуссия	-	3	1,2	-
	34. Сычуга аускультация	-	2	1	3
	35. Печени пальпация	-	-	1	2
	36. Печени перкуссия	-	-	1	2,3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1	2,3
	40. Толстого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	41. Анальное отверстие	-	-	1,2	3
	42. Характеристика дефекации	-	5	1	2,3,4
	43. Фекалии консистенция	-	2	1,7	3,4,5,6
	44. Цвет фекалий	-	-	1	2,3,4,5,6,7

Продолжение Таблицы 10

	45. Запах фекалий	-	-	1,4	2,3,5
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	-	2,3,4,5	1	6,7,8,9,10, 11,12
	47. Реакция pH фекалий	-	-	1	2,3,4
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1,2,3	4,5,6
	51. Моча: белок	-	-	1,2,3	4,5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	-	-	1,2	3,4
	54. Моча: уробилиноген	-	-	1,2	3,4,5,6
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1,2,3	4,5
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	2	1,3	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9
5. Алкалоз	1. Упитанность	-	-	1,2,3	4
	2. Способность к движению	-	2,5	1	3,4,6
	3. Состояние тонуса мышц	2,3	-	1,4	-
	4. Реакция на раздражители	2,3	5	1	4
	5. Волосяной покров	-	2	1,3	4
	6. Поверхность кожи	-	-	1	2,3,4,5
	7. Эластичность кожи	-	2,3	1	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	-	1	2
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	-	-	1	2,3
	11. Пульс	-	-	1,2,3	-
	12. Количество дыхательных движений	-	-	1,2,3	-
	13. Приём корма и питья, аппетит	3,4,5	2	6	1,7
	14. Запах из ротовой полости	2	4,5	-	1,3,6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	-	-	1,3,4	2,5,6
	16. Язык	2	-	1	3,4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2, 3
	18. Параметр pH слюны	3	2	1	-
	19. Форма живота	2	-	1,4	3
	20. Осмотр голодной ямки	2	-	1,4	3
	21. Стенки рубца пальпация	5	4	1,2,3	-
	22. Консистенция содержимого рубца	5	3	2,6	1,4
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	2,3	4	1	-
	24. Рубца перкуссия	2	-	1,3	-
	25. Рубца аускультация	2	3	-	1
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2

Продолжение Таблицы 10

	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	2	-	1	3
	32. Сычуга пальпация	-	-	1	2
	33. Сычуга перкуссия	-	3	1,2	-
	34. Сычуга аускультация	2	-	1,3	-
	35. Печени пальпация	2	-	1	-
	36. Печени перкуссия	2	-	1	3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	-	-	1,2	3
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1	2,3
	40. Толстого кишечника аускультация	-	-	1,2	3
	41. Анальное отверстие	3	2	1	-
	42. Характеристика дефекации	3	5	1,2	4
	43. Фекалии консистенция	3,4,5,6	2	1,7	-
	44. Цвет фекалий	-	-	1,3	2,4,5,6,7
	45. Запах фекалий	4	3,5	1	2
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	2	3,4,5,6	1	7,8,9,10,11, 12,13
	47. Реакция pH фекалий	3,4	-	1	2
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1	2,3,4,5,6
	51. Моча: белок	-	-	1,2,3	4,5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	-	-	1,2,3	4
	54. Моча: уробилиноген	-	-	1,2,3	4,5,6
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	2,3,4	-	1	5
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	2,3	1	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9
6. Атония/ гипотония	1. Упитанность	-	-	1,2,3,4	-
	2. Способность к движению	-	2	1,5	3,4,6
	3. Состояние тонуса мышц	-	2,3	1	4
	4. Реакция на раздражители	-	2,3	1	4,5
	5. Волосяной покров	-	2	1,4	3
	6. Поверхность кожи	-	-	1	2,3,4,5
	7. Эластичность кожи	-	2,3	1	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	-	1	2
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	-	-	1	2,3

Продолжение Таблицы 10

	11. Пульс	2	-	1	3
	12. Количество дыхательных движений	2	-	1	3
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4	-	5	1,6,7
	14. Запах из ротовой полости	2	4,5	1,3	6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	-	-	1,4	2,3,5,6
	16. Язык	2	-	1	3,4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2,3
	18. Параметр pH слюны	-	-	1	2,3
	19. Форма живота	-	4	1,2	3
	20. Осмотр голодной ямки	-	4	1,2	3
	21. Стенки рубца пальпация	-	2,4	1,3,5	-
	22. Консистенция содержимого рубца	2,4	6	1,3,5	-
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	2,3	-	-	1,4
	24. Рубца перкуссия	-	2,3	1	-
	25. Рубца аускультация	2	-	1,3	-
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	-	2	1	3
	32. Сычуга пальпация	-	-	1	2
	33. Сычуга перкуссия	-	-	1,2,3	-
	34. Сычуга аускультация	-	2	1	3
	35. Печени пальпация	-	-	1	2
	36. Печени перкуссия	-	-	1	2,3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	-	-	1,2	3
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1	2,3
	40. Толстого кишечника аускультация	-	-	1,2	3
	41. Анальное отверстие	-	2,3	1	-
	42. Характеристика дефекации	-	3,5	1,2	4
	43. Фекалии консистенция	3,4,5	2	1,6,7	-
	44. Цвет фекалий	-	-	1,3	2,4,5,6,7
	45. Запах фекалий	4	3,5	1	2
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	2,3,4,5	-	6	1,7,8,9,10, 11,12,13
	47. Реакция pH фекалий	-	-	1,2,3	4
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6
	51. Моча: белок	-	-	1,2,3	4,5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	-	-	1,2	3,4
	54. Моча: уробилиноген	-	-	1,2	3,4,5,6

Продолжение Таблицы 10

	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1,2,3	4,5
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	2,3	1	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9
7. Тимпания	1. Упитанность	-	-	1,2,3	4
	2. Способность к движению	5	2,4	1	3,6
	3. Состояние тонуса мышц	-	2	1	3,4
	4. Реакция на раздражители	5	-	1,2,3,4	
	5. Волосяной покров	-	2	1,4	3
	6. Поверхность кожи	-	-	1,2	3,4,5
	7. Эластичность кожи	-	-	1,2,3	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	-	1	2
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	-	-	1	2,3
	11. Пульс	2	-	1	3
	12. Количество дыхательных движений	2	-	1	3
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4,5	-	-	1,6,7
	14. Запах из ротовой полости	-	2,3	1,5	4,6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	4,6	-	1	2,3,5
	16. Язык	-	-	1,2	3,4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2,3
	18. Параметр pH слюны	-	-	1	2,3
	19. Форма живота	2	-	-	1,3,4
	20. Осмотр голодной ямки	2	-	-	1,3,4
	21. Стенки рубца пальпация	5	-	3	1,2,4
	22. Консистенция содержимого рубца	5	-	-	1,2,3,4
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	2,3	4	-	1
	24. Рубца перкуссия	2,3	-	-	1
	25. Рубца аускультация	2	3	-	1
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	-	2	-	1,3
	32. Сычуга пальпация	-	-	1,2	-
	33. Сычуга перкуссия	-	-	1,2,3	-
	34. Сычуга аускультация	-	2,3	1	-
	35. Печени пальпация	-	-	1	2
	36. Печени перкуссия	-	-	1	2,3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-

Продолжение Таблицы 10

	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1	2,3
	40. Толстого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	41. Анальное отверстие	-	-	1,2,3	-
	42. Характеристика дефекации	-	5	1,2,3	4
	43. Фекалии консистенция	-	2	1,3,4,5,6,7	-
	44. Цвет фекалий	-	-	1,3	2,4,5,6,7
	45. Запах фекалий	-	-	1,2,3,4,5	-
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	-	-	1,2,3,4,5,6	7,8,9,10,11,12
	47. Реакция pH фекалий	-	-	1,2	3,4
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6
	51. Моча: белок	-	-	1,2,3	4,5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	-	-	1	2,3,4
	54. Моча: уробилиноген	-	-	1	2,3,4,5,6
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1,2,3	4,5
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	2,3	1	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9
8. Травматический ретикулит	1. Упитанность	-	-	1,2,3	4
	2. Способность к движению	4,5	-	1,2,3	6
	3. Состояние тонуса мышц	2,3	-	1	4
	4. Реакция на раздражители	-	2,3,4	1,5	-
	5. Волосяной покров	2	-	1,4	3
	6. Поверхность кожи	-	-	1,2,4	3,5
	7. Эластичность кожи	2,3	-	1	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	-	1	2
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	2	-	1	3
	11. Пульс	2	-	1	3
	12. Количество дыхательных движений	2	-	1	3
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4	-	-	1,5,6,7
	14. Запах из ротовой полости	-	2	1,4,5	3,6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	-	4,6	1,3	2,5
	16. Язык	-	-	1,2,3	4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2,3
	18. Параметр pH слюны	-	-	1	2,3
	19. Форма живота	-	4	1	2,3
	20. Осмотр голодной ямки	-	4	1	2,3

Продолжение Таблицы 10

	21. Стенки рубца пальпация	-	-	1,2	3,4,5
	22. Консистенция содержимого рубца	-	2,3	1,6	4,5
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	2,3	-	-	1,4
	24. Рубца перкуссия	-	-	1	2,3
	25. Рубца аускультация	-	2	1	3
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	2	-	-	1
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	2	-	-	1
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	2	-	-	1
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	2	-	-	1
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	-	2	-	1,3
	32. Сычуга пальпация	-	-	1	2
	33. Сычуга перкуссия	-	-	1,2,3	-
	34. Сычуга аускультация	-	-	1	2,3
	35. Печени пальпация	-	-	1	2
	36. Печени перкуссия	-	-	1	2,3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	-	-	1,2	3
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1	2,3
	40. Толстого кишечника аускультация	-	-	1,2	3
	41. Анальное отверстие	-	-	1,2,3	-
	42. Характеристика дефекации	-	2,5	1,2	4
	43. Фекалии консистенция	-	2,3,4,5,6	1,7	-
	44. Цвет фекалий	-	-	1,3,5	2,4,6,7
	45. Запах фекалий	-	3,4,5	1	2
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	2,3,4,5	-	6	1,7,8,9,10, 11,12,13
	47. Реакция pH фекалий	-	-	1	2,3,4
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6
	51. Моча: белок	-	2,3	1,4	5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	-	-	1,2	3,4
	54. Моча: уробилиноген	-	-	1,2	3,4,5,6
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1	2,3,45
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	2	1,3	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9

Продолжение Таблицы 10

9. Засорение книжки	1. Упитанность	-	-	1,2,3,4	-
	2. Способность к движению	-	2	1,5	3,4,6
	3. Состояние тонуса мышц	-	2	1	3,4
	4. Реакция на раздражители	-	2,3	1	4,5
	5. Волосяной покров	-	2	1,3,4	-
	6. Поверхность кожи	-	-	1,2	3,4,5
	7. Эластичность кожи	-	2,3	1	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	-	1	2
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	-	-	1	2,3
	11. Пульс	-	2	1	3
	12. Количество дыхательных движений	-	2	1	3
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4	-	1,5	6,7
	14. Запах из ротовой полости	2	-	1,3,4,5	6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	-	-	1	2,3,4,5,6
	16. Язык	-	-	1	2,3,4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2,3
	18. Параметр pH слюны	-	-	1	2,3
	19. Форма живота	4	-	1	2,3
	20. Осмотр голодной ямки	4	-	1	2,3
	21. Стенки рубца пальпация	-	2	1	3,4,5
	22. Консистенция содержимого рубца	2,4	6	1,3	5
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	2,3	-	-	1,4
	24. Рубца перкуссия	-	2,3	1	-
	25. Рубца аускультация	2	-	1	3
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	2	-	-	1
	31. Книжки аускультация	2	-	-	1,3
	32. Сычуга пальпация	-	-	1	2
	33. Сычуга перкуссия	-	-	1,3	2
	34. Сычуга аускультация	-	2	1,3	-
	35. Печени пальпация	-	-	1	2
	36. Печени перкуссия	-	-	1	2,3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1	2,3
	40. Толстого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	41. Анальное отверстие	-	-	1,2,3	-
	42. Характеристика дефекации	-	-	1,2,3,5	4
	43. Фекалии консистенция	-	2	1,3,5,6,7	-
	44. Цвет фекалий	-	-	1	2,3,4,5,6,7

Продолжение Таблицы 10

	45. Запах фекалий	4	3,5	1	2
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	2,3,4,5, 10	-	6	1,7,8,9, 11,12,13
	47. Реакция pH фекалий	-	-	1	2,3,4
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6
	51. Моча: белок	-	-	1,2,3	4,5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	-	-	1	2,3,4
	54. Моча: уробилиноген	-	-	1	2,3,4,5,6
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1	2,3,4
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	2,3	1	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9
10. Абомазит	1. Упитанность	3,4	-	1,2	-
	2. Способность к движению	2,5		3	1,4,6
	3. Состояние тонуса мышц	2	-	1,3	4
	4. Реакция на раздражители	2,3	-	1	4,5
	5. Волосяной покров	2	-	1,3,4	
	6. Поверхность кожи	-	-	1	2,3,4,5
	7. Эластичность кожи	2,3	-	1	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	-	1	2
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	-	-	1	2,3
	11. Пульс	-	-	1	2,3
	12. Количество дыхательных движений	-	-	1	2,3
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4	-	-	1,5,6,7
	14. Запах из ротовой полости	2	-	1	3,4,5,6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	4	-	1	2,3,5,6
	16. Язык	2	-	1	3,4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2,3
	18. Параметр pH слюны	-	-	1	2,3
	19. Форма живота	3,4	-	1	2
	20. Осмотр голодной ямки	4	-	1	2,3
	21. Стенки рубца пальпация	2	-	1	3,4,5
	22. Консистенция содержимого рубца	2,3,6	-	1	4,5
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	2,3	-	1	4
	24. Рубца перкуссия	-	3	1	2
	25. Рубца аускультация	-	2	1	3
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2

Продолжение Таблицы 10

	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	2	-	1	3
	32. Сычуга пальпация	2	-	1	-
	33. Сычуга перкуссия	-	-	1	2,3
	34. Сычуга аускультация	2,3	-	1	-
	35. Печени пальпация	-	-	1,2	-
	36. Печени перкуссия	-	-	1	2,3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	2	-	1	3
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1	2,3
	40. Толстого кишечника аускультация	2	-	1	3
	41. Анальное отверстие	-	-	1,2,3	-
	42. Характеристика дефекации	3	5	1,2	4
	43. Фекалии консистенция	3,4,5	2,7	1,6	-
	44. Цвет фекалий	-	-	1,2,3	4,5,6,7
	45. Запах фекалий	3,4,5	-	1	2
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	2,3,4,5	-	6	1,7,8,9,10, 11,12,13
	47. Реакция pH фекалий	-	-	1,3	2,4
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1	2,3,4,5,6
	51. Моча: белок	2,3,4	-	1,5	6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	-	-	1	2,3,4
	54. Моча: уробилиноген	-	-	1	2,3,4,5,6
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1	2,3,4,5
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	2,3	1	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9
11. Смещение сычуга	1. Упитанность	-	-	1,2,3	4
	2. Способность к движению	5,4,2	-	-	1,3,6
	3. Состояние тонуса мышц	2	-	1,3	4
	4. Реакция на раздражители	2,3	4	1	5
	5. Волосяной покров	-	2	1,4	3
	6. Поверхность кожи	-	-	1,2	3,4,5
	7. Эластичность кожи	-	-	1,2,3	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	-	1	2
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2

Продолжение Таблицы 10

	10. Температура тела	-	-	1	2,3
	11. Пульс	-	-	1	2,3
	12. Количество дыхательных движений	-	-	1	2,3
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4	5	-	1,6,7
	14. Запах из ротовой полости	2	4	1	3,5,6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	-	4	1	2,3,5,6
	16. Язык	2	-	1	3,4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2,3
	18. Параметр pH слюны	-	-	1	2,3
	19. Форма живота	-	2	1,4	3
	20. Осмотр голодной ямки	-	2	1,4	3
	21. Стенки рубца пальпация	-	2,3	1	4,5
	22. Консистенция содержимого рубца	-	2,5	1,3,6	4
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	2,3	-	-	1,4
	24. Рубца перкуссия	-	2	1	3
	25. Рубца аускультация	-	-	1,2	3
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	-	2	1	3
	32. Сычуга пальпация	2	-	1	-
	33. Сычуга перкуссия	3	-	-	1,2
	34. Сычуга аускультация	2	-	1	3
	35. Печени пальпация	-	-	1	2
	36. Печени перкуссия	-	-	1	2,3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1	2,3
	40. Толстого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	41. Анальное отверстие	-	-	1,2,3	-
	42. Характеристика дефекации	3,5	-	1,2	4
	43. Фекалии консистенция	2,3,4,5,6	-	1,7	-
	44. Цвет фекалий	-	-	1,3	2,4,5,6,7
	45. Запах фекалий	-	3,4,5	1	-
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	2,3,4,5	-	6	1,7,8,9,10, 11,12,13
	47. Реакция pH фекалий	-	-	1,2,3,4	-
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6
	51. Моча: белок	-	-	1,2,3	4,5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2

Продолжение Таблицы 10

	53. Моча: билирубин	-	-	1	2,3,4
	54. Моча: уробилиноген	-	-	1	2,3,4,5
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1,2	3,4,5
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	2,3	1	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9
12. Гастроэнтерит	1. Упитанность	-	-	1,2,3,4	-
	2. Способность к движению	-	2,5	1,4	3,6
	3. Состояние тонуса мышц	2	3	1	4
	4. Реакция на раздражители	-	2,3	1	4,5
	5. Волосяной покров	4	2	3	1
	6. Поверхность кожи	-	-	1	2,3,4,5
	7. Эластичность кожи	2,3	-	1	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	-	1	2
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	-	-	1	2,3
	11. Пульс	-	-	1,2	3
	12. Количество дыхательных движений	-	-	1	2,3
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4	-	6	1,5
	14. Запах из ротовой полости	2	-	1	3,4,5,6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	-	4	1,2	3,5,6
	16. Язык	-	2	1	3,4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2,3
	18. Параметр pH слюны	-	-	1	2,3
	19. Форма живота	4	-	1	2,3
	20. Осмотр голодной ямки	4	-	1	2,2
	21. Стенки рубца пальпация	-	2	1,3	4,5
	22. Консистенция содержимого рубца	-	-	1,2,4,5,6	-
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	2,3	-	-	1,4
	24. Рубца перкуссия	-	-	1,2,3	-
	25. Рубца аускультация	-	2	1	3
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	-	2	1	3
	32. Сычуга пальпация	2	-	1	-
	33. Сычуга перкуссия	3	-	-	1,2
	34. Сычуга аускультация	2,3	-	-	1
	35. Печени пальпация	-	-	1	2

Продолжение Таблицы 10

	36. Печени перкуссия	-	-	1	2,3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	2,3	-	1	-
	38. Тонкого кишечника аускультация	3	2	1	-
	39. Пальпация в области толстого кишечника	2,3	-	1	-
	40. Толстого кишечника аускультация	3	2	1	-
	41. Анальное отверстие	2,3	-	1	-
	42. Характеристика дефекации	2,3,4	-	-	1,5
	43. Фекалии консистенция	3,4,5,6	-	-	1,2,7
	44. Цвет фекалий	4,5	-	1,3,6	2,7
	45. Запах фекалий	3,5	2,4	1	-
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	3,4,5,6,7	-	1,2	8,9,10,11, 12,13
	47. Реакция pH фекалий	2,3,4	-	1	-
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6
	51. Моча: белок	-	2,3	1	4,5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	-	-	1,2	3,4
	54. Моча: уробилиноген	-	-	1,3	3,4,5,6
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1,2	3,4,5
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	2,3	1	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9
13. Гепатит	1. Упитанность	-	-	1,2,3,4	-
	2. Способность к движению	-	2,5	1	3,4,6
	3. Состояние тонуса мышц	2	3	1	4
	4. Реакция на раздражители	3	2,4,5	1	-
	5. Волосяной покров	2	-	1,3,4	-
	6. Поверхность кожи	-	-	1	2,3,4,5
	7. Эластичность кожи	-	2	1,3	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	-	1	2
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	2	-	1,3	-
	11. Пульс	-	-	1,2,3	-
	12. Количество дыхательных движений	-	-	1,2,3	-
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4	-	6	1,5,7
	14. Запах из ротовой полости	2	-	1,4	3,5,6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	3	-	-	1,2,4,5,6
	16. Язык	-	2	1	3,4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2,3

Продолжение Таблицы 10

	18. Параметр pH слюны	-	-	1,2,3	-
	19. Форма живота	-	4	1	2,3
	20. Осмотр голодной ямки	-	4	1	2,3
	21. Стенки рубца пальпация	-	2	1	3,4,5
	22. Консистенция содержимого рубца	-	2,3,4,6	1	5
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	-	2,3	-	1,4
	24. Рубца перкуссия	-	-	1	2,3
	25. Рубца аускультация	-	2	1	3
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	-	2	1	3
	32. Сычуга пальпация	-	-	1	2
	33. Сычуга перкуссия	-	-	1,2,3	-
	34. Сычуга аускультация	-	2	1	3
	35. Печени пальпация	2	-	1	-
	36. Печени перкуссия	2	-	1	3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1	2,3
	40. Толстого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	41. Анальное отверстие	-	-	1,2,3	-
	42. Характеристика дефекации	5	3	1,2	4
	43. Фекалии консистенция	2	3,4,5,7	1,6	-
	44. Цвет фекалий	2,7	3	1	4,5,6
	45. Запах фекалий	-	4	1	2,3,5
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	2,3,4,5	-	6	1,7,8,9,10, 11,12,13
	47. Реакция pH фекалий	-	-	1	2,3,4
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1,2,3	4,5,6
	51. Моча: белок	-	2,3	1	4,5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	2,3,4	-	1	-
	54. Моча: уробилиноген	2,3	-	1	-
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1	2,3,4,5
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	-	1,2,3	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9

Продолжение Таблицы 10

14. Гепатоз	1. Упитанность	-	-	1,2,3,4	-
	2. Способность к движению	-	-	1,2	3,4,5,6
	3. Состояние тонуса мышц	-	-	1,2	3,4
	4. Реакция на раздражители	-	-	1,2	3,4,5
	5. Волосяной покров	2	-	1,3,4	-
	6. Поверхность кожи	-	-	1	2,3,4,5
	7. Эластичность кожи	-	2	1,3	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	-	1	2
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	-	-	1	2,3
	11. Пульс	-	-	1	2,3
	12. Количество дыхательных движений	-	-	1	2,3
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4	-	6	1,5,7
	14. Запах из ротовой полости	2	-	1,4	3,5,6
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	3	-	-	1,2,4,5,6
	16. Язык	-	2	1	3,4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2,3
	18. Параметр pH слюны	-	-	1	2,3
	19. Форма живота	-	4	1	2,3
	20. Осмотр голодной ямки	-	4	1	2,3
	21. Стенки рубца пальпация	-	2	1	3,4,5
	22. Консистенция содержимого рубца	-	2,3,4,6	1	5
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	-	2,3	-	1,4
	24. Рубца перкуссия	-	-	1	2,3
	25. Рубца аускультация	-	2	1	3
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2
	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	-	2	1	3
	32. Сычуга пальпация	-	-	1	2
	33. Сычуга перкуссия	-	-	1,2,3	-
	34. Сычуга аускультация	-	2	1	3
	35. Печени пальпация	2	-	1	-
	36. Печени перкуссия	2	-	1	3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1	2,3
	40. Толстого кишечника аускультация	-	-	1,2,3	-
	41. Анальное отверстие	-	-	1,2,3	-
	42. Характеристика дефекации	5	3	1,2	4
	43. Фекалии консистенция	2	3,4,5,7	1,6	-
	44. Цвет фекалий	2,7	3	1	4,5,6

Продолжение Таблицы 10

	45. Запах фекалий	-	4	1	2,3,5
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	2,3,4,5	-	6	1,7,8,9,10, 11,12,13
	47. Реакция pH фекалий	-	-	1	2,3,4
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	-	-	1,2,3	4,5,6
	51. Моча: белок	-	2,3	1	4,5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	2,3,4	-	1	-
	54. Моча: уробилиноген	2,3	-	1	-
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1	2,3,4,5
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	-	-	1,2,3	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	-	-	1,2	3,4,5,6,7,8,9
15. Кетоз	1. Упитанность	3,4	-	1,2	-
	2. Способность к движению	5	4	1,2,3	6
	3. Состояние тонуса мышц	2,3	4	1	-
	4. Реакция на раздражители	2,3	4,5	1	-
	5. Волосяной покров	2	-	1,3,4	-
	6. Поверхность кожи	-	-	1,2,4,5	3
	7. Эластичность кожи	2,3	-	1	-
	8. Лимфатические узлы подчелюстные и околоушные	-	-	1	2
	9. Лимфатические узлы туловища	-	-	1	2
	10. Температура тела	-	-	1	2,3
	11. Пульс	2	3	1	-
	12. Количество дыхательных движений	2	3	1	-
	13. Приём корма и питья, аппетит	2,3,4	-	5,6	1,7
	14. Запах из ротовой полости	6	2,3	1,4,5	-
	15. Слизистая ротовой полости и дёсен	3,4	6	1	2,5
	16. Язык	2	-	1	3,4,5
	17. Глотка и шейная часть пищевода	-	-	1	2,3
	18. Параметр pH слюны	-	2	1,3	-
	19. Форма живота	4	-	1	2,3
	20. Осмотр голодной ямки	4	-	1	2,3
	21. Стенки рубца пальпация	2	4	1	3,5
	22. Консистенция содержимого рубца	2,3,6	-	1	4,5
	23. Рубцовые сокращения за 2 минуты	2,3	-	1	4
	24. Рубца перкуссия	-	3	1	2
	25. Рубца аускультация	2	-	1	3
	26. Сетки болезненность «Проба пальпацией»	-	-	1	2

Продолжение Таблицы 10

	27. Сетки болезненность «Проба Нортсрема»	-	-	1	2
	28. Сетки болезненность «Проба Рюкга»	-	-	1	2
	29. Сетки болезненность «Проба перкуссией»	-	-	1	2
	30. Книжки пальпация	-	-	1	2
	31. Книжки аускультация	2	-	1	3
	32. Сычуга пальпация	-	-	1	2
	33. Сычуга перкуссия	3	-	1,2	-
	34. Сычуга аускультация	2	-	1	3
	35. Печени пальпация	2	-	-	1
	36. Печени перкуссия	2	-	-	1,3
	37. Пальпация в области тонкого кишечника	-	-	1	2,3
	38. Тонкого кишечника аускультация	2	-	1	3
	39. Пальпация в области толстого кишечника	-	-	1,2	3
	40. Толстого кишечника аускультация	2	-	1	3
	41. Анальное отверстие	3	1	2	-
	42. Характеристика дефекации	3	2,5	1	4
	43. Фекалии консистенция	3,4,5	2,7	1	6
	44. Цвет фекалий	3	2	1	4,5,6,7
	45. Запах фекалий	4	2,3,5	1	-
	46. Переваримость корма и примеси в фекалиях	2,3,4,5	-	6	1,7,8,9,10, 11,12,13
	47. Реакция pH фекалий	-	2	1,3,4	-
	48. Моча: лейкоциты	-	-	1	2,3,4,5
	49. Моча: кровь/гемоглобин	-	-	1	2,3,4,5
	50. Моча: кетоновые тела	4,5,6	2,3	1	-
	51. Моча: белок	2,3	-	1,4	5,6
	52. Моча: нитриты	-	-	1	2
	53. Моча: билирубин	-	2,3	1,4	-
	54. Моча: уробилиноген	-	2,3,4	1	-
	55. Моча: глюкоза	-	-	1	2,3,4,5
	56. Моча: pH	-	-	1,2	3,4,5
	57. Моча: относительная плотность	-	-	1	2,3
	58. Моча: аскорбиновая кислота	-	-	1	2,3,4
	59. Кровь: глюкоза	2,3	-	1	4,5,6,7,8,9
	60. Кровь: кетоновые тела	2,3,4,5, 6,7,8,9	-	1	-