

УДК 636.2.034:681.5:536.5

**Гируцкий И.И., д.т.н., профессор,  
Слимаков Д.Д., магистр технических наук**  
*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск*

## **ИНТЕГРАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО МЕТОДА ТЕРМОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАДОМ**

В современных условиях промышленного производства молока повышение эффективности технологических процессов является ключевой задачей. Значительные экономические потери, связанные с заболеваниями коров маститом, обуславливают необходимость разработки новых, полностью автоматизированных систем контроля [1]. Перспективным решением является применение инфракрасной термографии, позволяющей бесконтактно регистрировать температурные аномалии на поверхности вымени, характерные для воспалительного процесса [2]. Однако для практического применения на ферме недостаточно просто разработать метод анализа; необходимо обеспечить его бесшовную интеграцию в существующие компьютеризированные системы управления стадом (СУС).

Целью настоящей работы является разработка архитектуры и алгоритма работы интеллектуального модуля термографического анализа, предназначенного для интеграции в СУС с целью автоматизации ранней диагностики мастита. Предлагаемый подход основан на создании автономного программно-аппаратного комплекса, который обменивается данными с СУС по стандартным промышленным интерфейсам. Общая схема интеграции представлена на рисунке 1.

Алгоритм функционирования системы следующий: при проходе коровы через зону контроля RFID-считыватель, являющийся частью СУС, идентифицирует животное. Управляющий ПК подает команду на тепловизор для захвата кадра. Далее запускается разработанный программный модуль, работающий в два этапа. На первом этапе нейросеть-детектор (архитектуры YOLO) автоматически находит на термограмме область вымени [3]. На втором этапе из выделенной области извлекается полная радиометрическая матрица температур, и вторая нейросеть анализирует весь «тепловой паттерн», вынося вер-

дикт: «норма» или «подозрение на мастит». В отличие от статистических методов, анализирующих единичные параметры [4], применение сверточной нейронной сети для анализа полного теплового паттерна обеспечивает более высокую точность. Результат анализа вместе с идентификационным номером коровы отправляется обратно в центральную базу данных СУС, которая, в свою очередь, может инициировать управляющие воздействия: от подачи сигнала оператору до автоматической сепарации животного с помощью селекционных ворот.

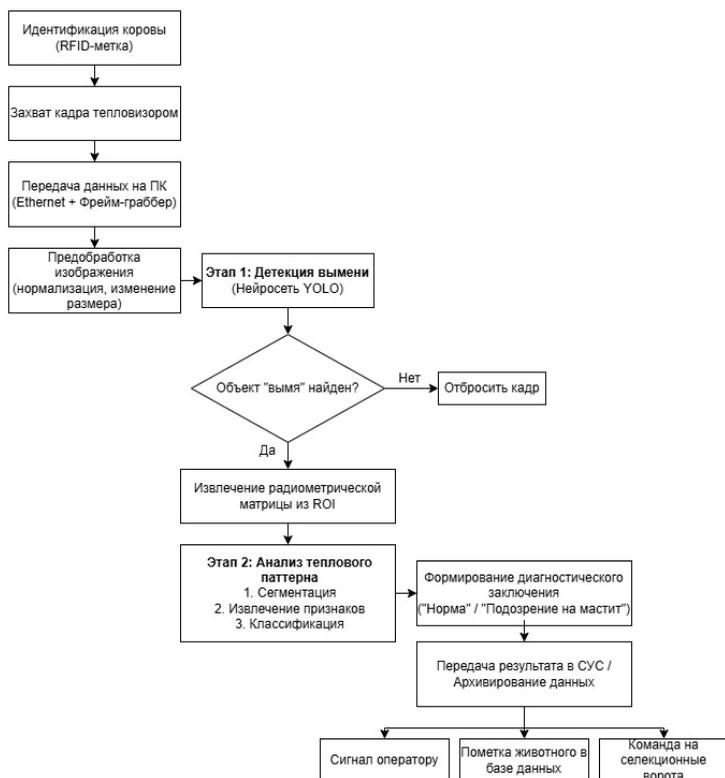


Рисунок 1 – Схема интеграции модуля термографического анализа в СУС

Такая архитектура позволяет использовать преимущества термографии в полностью автоматическом режиме. Своевременное выявление субклинического мастита ведет к снижению затрат на лечение, предотвращению выбраковки высокопродуктивных животных и по-

вышению качества товарного молока, что напрямую влияет на общую эффективность и рентабельность молочного производства [1].

### **Список использованной литературы**

1. Эххорутмовен, О. Т. Причины, частота мастита у коров и их молочная продуктивность / О. Т. Эххорутмовен, Г. Ф. Медведев, А. И. Стукина // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2022. – № 1(44). – С. 7–11.

2. Ракевич, Ю. А. Физиологическая оценка работы доильного аппарата методом термографии молочной железы лактирующих коров / Ю. А. Ракевич // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 2. – С. 221–227.

3. Богуш, Р. П. Обнаружение и анализ объектов на изображениях в системах видеонаблюдения : специальность 05.13.01 "Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Р. П. Богуш. – Минск, 2022. – 47 с.

4. Гируцкий, И. И. Статистический алгоритм обработки термографических снимков вымени коровы для диагностики мастита с использованием критерия Байесса / И. И. Гируцкий, А. Г. Сеньков, Ю. А. Ракевич // Системный анализ и прикладная информатика. – 2023. – № 1. – С. 42–46.

**УДК 631.171:004.85**

**Баймуханов<sup>1</sup> Б.Е., магистрант,**

**Абдуллаев<sup>2</sup> И.М., магистрант**

*<sup>1</sup>Бостонский университет, Бостон*

*<sup>2</sup>Казахский агротехнический исследовательский университет  
имени Сакена Сейфуллина, Астана*

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ОСНОВЕ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ**

Развитие автономных мобильных платформ для аграрного сектора требует создания программного обеспечения, гарантирующего не только высокую точность навигации, но и минимальное энергопотребление, что особенно важно при эксплуатации на больших площадях. Современные методы глубокого обучения с подкреплением позволяют моделировать сложное поведение робота, осно-