

**Д. И. Комлач¹, В. В. Азаренко², Д. А. Григорьев³, С. А. Гецман³,
Е. Л. Жилич¹, А. А. Кувшинов¹, Ю. Н. Рогальская¹, В. С. Журко³**

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: npc_mol@mail.ru

²Президиум Национальной академии наук Беларуси

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: azarenko@presidium.bas-net.by

³ООО «Полиэфир АГРО»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: orgpr@mail.ru

ВЫЯВЛЕНИЕ ПОЛОВОЙ ОХОТЫ У КОРОВ СРЕДСТВАМИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ИКФС «МАЙСТАР»

Аннотация. В статье дана общая характеристика используемых в Республике Беларусь систем идентификации и измерения хозяйственно-биологических параметров коров. Приведены результаты испытания системы идентификации и контроля физиологического состояния животных ИКФС «МАЙСТАР», разработанной РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с отечественным производителем оборудования для молочно-товарных ферм ООО «Полиэфир АГРО». Сделан сравнительный анализ функциональных возможностей и эксплуатационных характеристик испытываемой системы с аналогичным по назначению оборудованием зарубежного производства. Сравнительные испытания показали, что отечественный программно-аппаратный комплекс не уступает по основным технико-технологическим характеристикам, а по некоторым эксплуатационным показателям превосходит зарубежный аналог. Испытания показали возможность эффективного использования системы для достоверного выявления коров в охоте путем анализа показателей двигательной активности, количества прыжков и руминации. Разработанная система адаптивна к технологии производства молока на ферме и физиологическим особенностям животных.

Ключевые слова: адаптивные системы, идентификация коров, контроль физиологического состояния животных, транспондер, программно-аппаратный комплекс, управление стадом, хозяйственно-биологические параметры коров, двигательная активность, руминация, прыжки.

**D. I. Komlach¹, V. V. Azarenka², D. A. Grigoriev³, S. A. Getsman³,
E. L. Zhilich¹, A. A. Kuvshinov¹, Yu. N. Rogalskaya¹, V. S. Zhurko³**

¹RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: npc_mol@mail.ru

²Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: azarenko@presidium.bas-net.by

³LLC "Polyether AGRO"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: orgpr@mail.ru

IDENTIFICATION OF COW ESTRUS BY MEANS OF THE IMPC "MAYSTAR" HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX

Abstract. The general characteristic of systems used in the Republic of Belarus to identify and measure technological and biological parameters of cows in article are gives. The results of testing the system IMPC "MAYSTAR" of identification and control of the physiological state of animals are presented. The system was

developed by the Republican Unitary Enterprise "Research and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Agricultural Mechanization" together with the manufacturer of equipment for dairy farms LLC "Polyether AGRO". Comparative tests have shown that the hardware-software complex IMPC "MAYSTAR" is not inferior in basic technical and technological characteristics to a similar complex produced by ALLFLEX (SCR). Tests have shown that the system can be used effectively to reliably detect cows in the hunt by analyzing the indicators of motor activity, number of jumps and rumination. The system is adaptive to the technology of milk production on the farm and physiological characteristics of cows.

Keywords: adaptive systems, cow identification, control of the physiological condition of animals, transponder, hardware-software system, herd management, production-biological parameters of cows, movement activity, rumination, jumping.

Введение

В настоящее время в мировой практике молочного скотоводства все большее значение придается контролю физиологического состояния животных, который осуществляется при помощи адаптивных систем идентификации и измерения хозяйственно-биологических параметров коров. Такие системы, как правило, интегрированы с доильным оборудованием. При этом удельный вес средств электронной идентификации и компьютеризированной системы управления стадом в общей стоимости оборудования достигает 70 % [1]. Применение распределительных систем идентификации и контроля предусматривает использование индивидуальных трансиверов (транспондеров), а также наличие централизованных систем обработки данных, считываемых с транспондеров антеннами, закрепленными в фиксированных местах. Такой подход позволяет проводить комплексную оценку измеренных показателей двигательной активности, руминации, температуры путем их сопоставления с продуктивностью и скоростью молокоотдачи у коров. Ведущие производители оборудования для доения коров и управления стадом стремятся получить полный контроль над каждой коровой путем онлайн регистрации и централизованной обработки полученных данных с последующей выработкой технологических решений, которые направляются непосредственно менеджеру, оператору или специалисту фермы в виде рекомендаций к действию по отношению к конкретной корове.

Основная часть

Технологии, базирующиеся на электронной идентификации и компьютеризированном учете индивидуальных хозяйственно-биологических параметров животных, успешно претворяются в жизнь ведущими производителями оборудования для животноводства. Ряд производителей предлагает к применению комплексные системы управления движением стада, включающие селекционные ворота, автоматизированное доильное оборудование, измерители потока молока, автоматизированные раздатчики кормов, специальное программное обеспечение, а также аппаратные и программные средства управления (АСУ). Автоматизированные системы управления стадом разрабатываются и поставляются в Республику Беларусь компаниями «DeLaval» (доильный зал MidiLine, Швеция) и «GEA» (доильный зал DairyProQ, Германия), «SCR» (доильный зал ОАО «Гомельагрокомплект», Израиль), «DairyMaster» (Ирландия). Информация обрабатывается программой управления фермой, что обеспечивает полный контроль над всеми технологическими и физиологическими процессами. Обмен данными осуществляется в режиме реального времени [2].

В качестве базового устройства используются трансиверы, которые осуществляют обмен данными с программой управления фермой и обеспечивают полный контроль над всеми технологическими и физиологическими процессами.

Системы интегрированного управления производственными процессами зарубежного производства могут функционировать только в комплекте с фирменными контролерами для отдельных технологических операций, что практически исключает возможность модернизации оборудования без постоянной замены комплектующих. Кроме того, сбор и анализ информации о надоях, потреблении корма, показателях воспроизводства осуществляются согласно стандартам стран производителей. Системы управления не формируют базу данных, пригодную для использования в отечественных автоматизированных программах крупномасштабной селекции [3].

Информационное обеспечение технологических процессов молочного предприятия является важнейшим показателем уровня его технического развития. Информатизация, являясь основой перспективного развития современной молочной индустрии, обеспечивает технологические и экономические преимущества, которых невозможно достичь при традиционной организации производства. Углубление уровня информатизации и автоматизации в молочном скотоводстве имеет огромное значение, проявляющееся через повышение производительности труда, улучшение качества молочных продуктов, оптимальное использование производственных ресурсов и др.

Информатизация и автоматизация меняют качество труда, упрощая его физически и делая более содержательным, высвобождает сотрудников, занятых на трудоемких и зачастую неквалифицированных работах. В то же время развитие информационного обеспечения и автоматизированных систем управления процессами предъявляет повышенные требования к уровню технической подготовки специалистов и персонала.

С целью повышения уровня информационного обеспечения и автоматизации технологических процессов на молочно-товарных фермах, лабораторией механизации процессов производства молока и говядины РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с ООО «Полиэфир АГРО» разработан и создан программно-аппаратный комплекс системы идентификации и контроля физиологического состояния животных (ИКФС «МАЙСТАР»).

Комплекс предназначен для автоматического сбора сведений о физиологическом состоянии и хозяйственно-биологических параметрах животных, программный анализ полученных данных, которые предоставляются пользователю через интерфейс компьютерной программы в простом для восприятия виде, через удобную в использовании систему отчетов и графиков, а также в виде конкретных предупреждений и рекомендаций к действию.

Система идентификации и контроля физиологического состояния животных (ИКФС) работает как автономно, так и совместно с автоматизированной системой доильного зала. ИКФС состоит из транспондеров, закрепленных на ошейниках коров, приемников и компьютерной программы, обрабатывающей полученные данные. ИКФС обеспечивает централизованный компьютерный учет и систематизацию полученных данных о состоянии и параметрах коров, контроль над физиологическими показателями каждого животного в стаде, группировку их по различным показателям, отслеживание динамики влияния факторов и мероприятий.

В качестве основного элемента системы используются индивидуальный датчик – трансивер (транспондер). Транспондер производства ООО «Полиэфир АГРО» – идентификационное устройство с большим набором функций. Транспондер устанавливается на ремне ошейника коровы и обеспечивает непосредственное измерение физиологических параметров животного, первичную обработку и обмен данными с системой через приемные антенны, расположенные в помещениях фермы и на выгулах.

Базовая функция транспондера – идентификация коровы в доильном зале, селекционном устройстве, кормовой станции и др. Каждый транспондер имеет собственный уникальный номер. Транспондер также предназначен для снятия, формирования и передачи данных о физиологическом состоянии животного, а именно о двигательной активности, прыжках, руминации и температуре. Он позволяет осуществлять передачу данных в реальном времени, имеет внутреннюю память, возможность заряда внутренней батареи и проверки уровня ее заряда в отчетах программы ПК «МАЙСТАР». Транспондер нечувствителен к помехам из окружающей среды и внешних источников. Срок службы данного устройства при соблюдении простых правил эксплуатации составляет 8 лет.

ИКФС обеспечивает выявление охоты 24/7 с отображением оптимального времени для осеменения, а также отслеживает поведение (стояние, лежание, движение) и жвачку, по которым можно определять факторы, влияющие на продуктивность и здоровье коров. Адаптивность системы обеспечивается не только за счет технических параметров измерительных элементов транспондера, но и обусловлена широкими возможностями программного обеспечения. Собственный электронный модуль транспондера обеспечивает накопление, первичную обработку измеряемых показателей и периодическую передачу в виде компактного пакета информации при минимальных энергозатратах, что позволяет увеличить срок эксплуатации системы. При этом

транспондер производства ООО «Полиэфир АГРО» имеет важное преимущество, которое заключается в возможности периодической подзарядки при помощи беспроводного устройства.

Сравнительные испытания ИКФС «МАЙСТАР» проводились на базе молочно-товарного комплекса «Заболоть» УО СПК «Путришки» Гродненского района. В ходе испытаний показатели системы сравнивались с показателями системы зарубежного производителя ALLFLEX (SCR), широко применяемой на предприятиях Республики Беларусь. Система имеет большой спектр технологических возможностей, позволяет достоверно выявлять половую охоту у коров, контролировать состояние и поведение животных и может быть использована в качестве объекта для сравнения.

Для проведения сравнительных испытаний была отобрана опытная группа из 17 здоровых новотельных коров, аналогичных по своим хозяйственно-биологическим параметрам и сроку хозяйственного использования. Транспондеры ИКФС «МАЙСТАР» и Heatime ALLFLEX (SCR) были закреплены на отдельных ошейниках коров. Приемники обеих систем были размещены в коровниках комплекса в аналогичных для приема данных условиях. Взаимного влияния сигналов транспондеров различных систем в ходе исследования не наблюдалось. Обе системы работали в штатном режиме и обеспечивали свои функции в соответствии с техническими характеристиками. Сравнение эффективности работы двух систем проводилось путем анализа информации с двух программ управления стадом и первичной информации зоотехнического учета на исследуемой ферме.

По результатам сравнительных испытаний было установлено, что обе системы обеспечивают достоверное выявление половой охоты у коров, которая подтверждалась данными об осеменении в первичной документации и результатами опроса специалистов и персонала фермы. По утверждению сотрудников, предупреждения, выданные компьютерными программами обеих систем, совпадали с результатами визуального наблюдения за животными, которые в активной фазе стадии полового возбуждения демонтировали повышенную двигательную активность, а в дальнейшем проявляли рефлекс неподвижности. Оценка качества выделений из половых путей исследуемых животных также подтверждала достоверность определения половой охоты у подопытных коров каждой из сравниваемых систем. Отсутствие полового возбуждения в соответствующий период следующего полового цикла и полученные позже положительные результаты диагностики стельности также косвенно свидетельствуют о достоверности определения половой охоты у подопытных животных.

Для оценки достоверности выявления охоты у коров были проанализированы графики двигательной активности и руминации по обеим системам, а в системе ИКФС «МАЙСТАР» дополнительно использовался график количества прыжков. В ходе испытаний анализировались и сравнивались отклонения указанных показателей, которые в период полового возбуждения на графиках двух систем четко обозначались в виде так называемого ромба, состоящего из высокого пика двигательной активности и ярко выраженного минимума на графике руминации. На рис. 1, 2 показаны графики двигательной активности и руминации одной из подопытных коров в аналогичный период времени на ПО «МАЙСТАР» и ПО Data Flow 2.

График позволяет провести детальный анализ изменения измеряемых показателей и определить наиболее благоприятное время для осеменения, которое, по утверждению ряда исследователей, как правило составляет 8–12 ч после пика двигательной активности. Дополнительный контроль достоверности осуществлялся путем анализа периода от предыдущих охот и осеменений, по графикам и отметкам об осеменении в программе управления стадом и первичной документации на ферме.

В то же время, как показали результаты испытаний, при использовании системы ИКФС «МАЙСТАР» в ряде случаев необходимость использования графиков в каждодневной практике техника по искусственному осеменению отпадает, поскольку программа в нескольких местах выдает пользователю предупреждение об наступившей половой охоте. Такие предупреждения пользователь видит при обращении к вкладке «Ежедневник» и непосредственно в основном списке коров стада в виде специальных символов. Результаты наблюдений показали, что такие предупреждения система ИКФС «МАЙСТАР» выдает пользователю на несколько часов раньше,

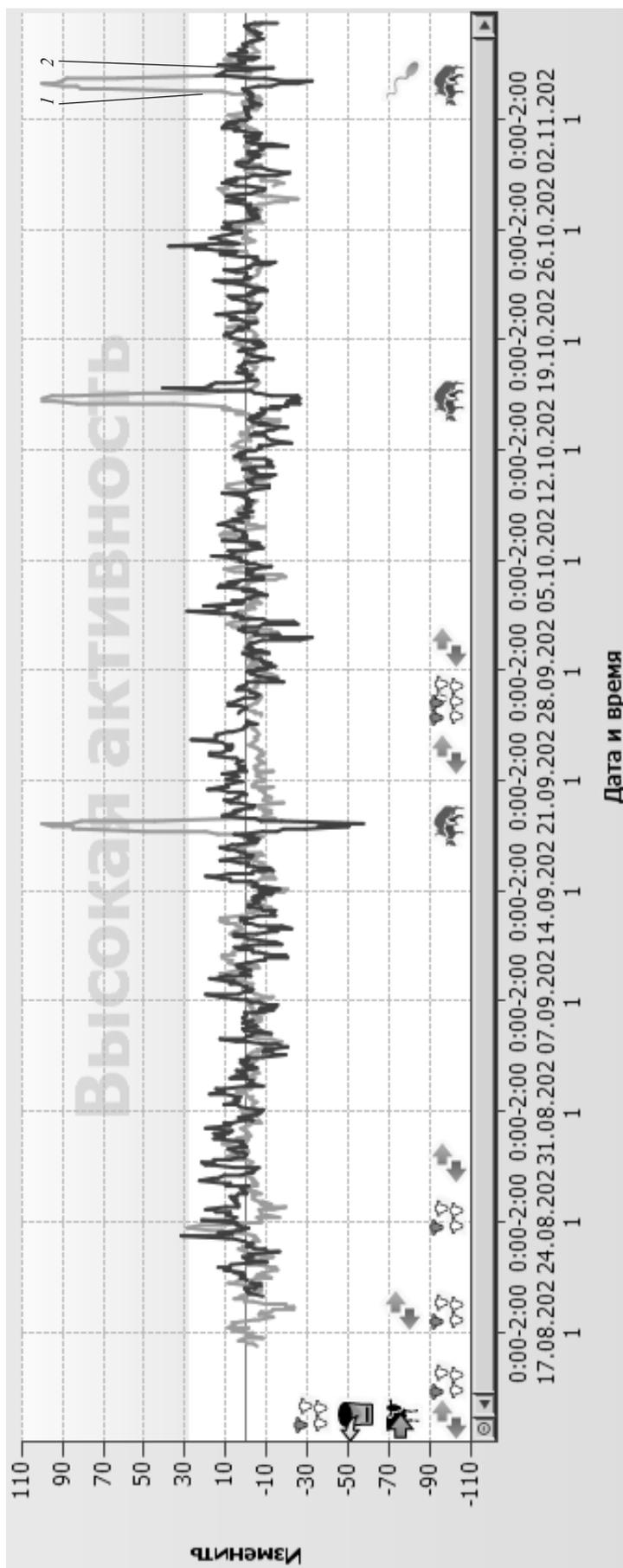


Рис. 2. Окно программы Data Flow 2 с графиками двигательной активности и руминации. Выверенное изменение: 1 – руминации; 2 – активности

чем система, взятая для сравнения. Такой эффект достигается за счет того, что на графиках обеих систем пользователь не видит непосредственных результатов измерений. Программа демонстрирует результат статистической обработки эмпирических данных по специальному алгоритму, который обеспечивает распознавание и сглаживание нетипичных и случайных отклонений и показывает достоверные изменения измеряемых параметров. Оригинальный алгоритм обработки данных в программе ИКФС «МАЙСТАР» обеспечивает более раннее, но не менее достоверное выявление охоты по трем показателям, вместо двух у системы зарубежного производителя. Данное преимущество особенно важно для ферм и комплексов, где коров осеменяют в расположенных в зоне доильного зала социальных боксах, куда животные попадают через селекционные ворота. Такой способ выделения коров по времени привязан к графику доения и графику работы осеменатора, поэтому, в зависимости от времени начала половой охоты, здесь возможно либо слишком раннее, либо слишком позднее осеменение. В данном случае более раннее определение охоты способствует повышению эффективности осеменений.

Таким образом, сравнительные испытания показали, что разработанная лабораторией механизации процессов производства молока и говядины РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с ООО «Полиэфир АГРО» система идентификации и контроля физиологического состояния животных (ИКФС «МАЙСТАР») обеспечивает достоверное определение половой охоты у коров в реальных производственных условиях и является эффективным инструментом, обеспечивающим необходимый уровень воспроизводства стада. Своевременное выявление охоты у коров позволит не только увеличить выход телят и сократить сервис-период, но и за счет повышения эффективности осеменения уменьшить негативные последствия раннего осеменения, к которому вынуждены прибегать специалисты, не имеющие возможности точного определения половой охоты у коров. Возможность осеменения в оптимальные сроки объективно будет способствовать формированию устойчивой кривой лактации по стаду, увеличит производство молока и сократит количество непродуктивных кормонок.

Заключение

В целом ИКФС «МАЙСТАР» представляет собой многофункциональный программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий системную реализацию задач по управлению стадом и организации технологии производства молока. Адаптивность системы определяется возможностью учета индивидуальных показателей каждого животного в контексте сохранения здоровья, увеличения срока хозяйственного использования и повышения продуктивности. Интерфейс программного комплекса прост в обращении, интуитивно понятен для пользователя. Гибкая система отчетов и графиков позволяет отслеживать и анализировать индивидуальные и групповые показатели животных. Программа управления стадом обеспечивает возможность для развития в части расширения функциональных возможностей системы путем формирования новых алгоритмов анализа полученных данных. Разработка новых алгоритмов позволит проводить комплексную оценку здоровья, продуктивности и других хозяйственно полезных качеств животных, необходимую для управления стадом, проведения селекционной работы, правильной организации кормления, трафика животных в рамках поточно-цеховой системы и суточного графика доения, а также более точного и осмысленного принятия операционных решений, которые формируются в виде простых и однозначных рекомендаций к конкретному действию.

Список использованных источников

1. Marinello, F. Application of the Kinect sensor for dynamic soil surface characterization / F. Marinello // Precision Agriculture. – 2015. – Vol. 5. – P. 1–12.
2. Unal, H. Determination of operating parameters in milking robots with free cow traffic / H. Unal, H. Kuraloglu // Engineering for Rural Development. – 2015. – Vol. 14. – P. 100.
3. Тихомиров, И. А. Соблюдение технологии машинного доения – залог повышения качества молока и продуктивного долголетия коров / И. А. Тихомиров, В. К. Скоркин, Т. А. Рахманова // Вестник ВНИИМЖ. – № 4 (28). – 2017. – С. 53–60.