УДК 636.2.636.4:591.1

КОМПЬЮТЕРНАЯ ЭЛЕКТРОРУМИНОГРАФИЯ РУБЦА ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

М. В. Орешкин, М. Н. Борисевич

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 27.05.2015 г.)

Аннотация. *Приведено описание современного метода компьютерной электроруминографии, предназначенного для суточной и сверхсуточной графической интерпретации электрической активности рубца жвачных животных в клинической и экспериментальной ветеринарной медицине. Необходимо отметить тот факт, что внедрение в сельскохозяйственное производство новейших компьютерных технологий является велением времени. Уже появились первые роботизированные фермы. Естественно, что роботизированные фермы не могут обходиться без должного компьютерного обеспечения, которое не может быть без соответствующего программного обеспечения. Как решать данные вопросы и есть тема данной статьи. Новизна данной публикации состоит в том, что впервые были разработаны, а затем и применены на практике вопросы компьютерного обеспечения исследования и изучения рубца жвачных животных на основе информационных технологий.*

Summary. *A description of the method of modern computer elektroruminografii intended for daily and sverhsutochnoy graphic interpretation of the electrical activity of the rumen of ruminant animals in veterinary clinical and experimental medicine. It should be noted that the introduction of the agricultural production of the newest computer technologies is imperative. There are already robotic farm. Naturally, the robotic farm can not be complete without the proper computer software that can not operate without the appropriate software. How to solve these issues is the subject of this article. The novelty of this publication is that were first developed, and then put into practice in computer security research and study on the ruminal osgove information technology.*

Введение. В настоящее время известно, что волнообразно изменяющийся электрический (биоэлектрический) потенциал рубца является важнейшей частью (генератором) его активных мышечных движений [1]. Он обусловливает время и полную локализацию его сокращений и сжатий. Генерируемые рубцом электрические сигналы (как и потенциалы миокарда) распространяются по всему туловищу животного, являющемуся по электрофизиологическим критериям объемным проводником, и подчиняются известным физическим законам [2].

Цель работы: разработка метода компьютерной электроруминографии рубца жвачных животных. В ветеринарной медицине уже давно установлена закономерность, свидетельствующая о высокой степени корреляции между функциональными изменениями в рубце и изменениями его биоэлектрической активности [3]. Подтвержденная неоднократно, эта закономерность положена в основу предлагаемого нами метода компьютерной электроруминографии рубца жвачных животных, позволяющего в полном объеме оценить рабочие возможности рубца по сопровождающей его биоэлектрической активности.

Весьма важным для ветеринарного применения метода компьютерной электроруминографии является тот факт, что биоэлектрическая активность рубца может быть зарегистрирована не только при наложении электродов непосредственно на стенки его полости, но и с кожи исследуемого животного [4]. Предлагаемый для практического применения метод компьютерной электроруминографии решает задачу суточного и сверхсуточного мониторинга электрической активности рубца.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на базе ВГАВМ. Метод компьютерной электроруминографии предполагает регистрацию двух величин, непосредственно характеризующих электрическую активность рубца жвачных животных, с помощью портативного прибора (специально разработанного и созданного для этих целей): собственно электрической активности рубца как с электродов, имплантируемых в стенку органа – внутренняя электроруминография – ВЭРГ, так и с электродов, располагаемых на поверхности туловища животных – периферическая электроруминография (ПЭРГ) [5].

Для регистрации внутренних и периферических электроруминограмм (ЭРГ) жвачных животных применяется программно-аппаратный комплекс, названный компьютерным электроруминографом. Блочная схема комплекса показана на рис. 1.

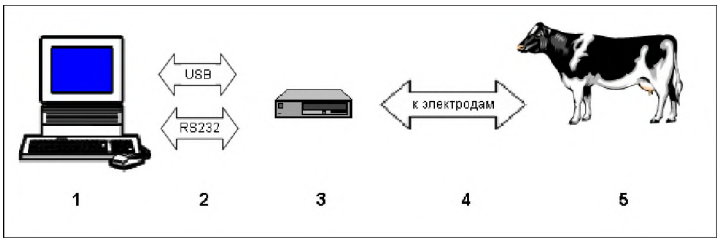


Рисунок 1 – Блок-схема компьютерного электроруминографа

1 – настольный или портативный компьютер;2 – кабели подключения к портам компьютера (USB или RS232); 3 – цифровой накопитель электроруминo-

грамм (ЦНЭРГ); 4 – кабели подключения к съемным элетродам; 5 – объект исследования (жвачное животное)

Комплекс может работать в двух автономных режимах. Режим первый – непрерывная внутренняя или периферическая электроруминография рубца в реальном масштабе времени, принадлежащем интервалу 0-72 часа (в этом диапазоне значение времени регистрации задается произвольно). Для технического обеспечения данного решения задействуется вся схема элетроруминографа, показанная на рис. 1.

Режим второй – цифровой накопитель электроруминограмм (ЦНЭРГ, позиция 3 на рис. 1 отключается от компьютера, закрепляется специальными средствами на туловище самого животного (в любом удобном месте) и автономно решает задачу непрерывного мониторинга электроруминограмм рубца.

Цифровой накопитель электроруминограмм (ЦНЭРГ) разработан на основе сигма-дельта аналого-цифрового преобразования (АЦП) [6,7], NAND-флэш-памяти [8] и производительного RISC микроконтроллера [9]. Его блок-схема приведена на рис. 2.

Прибор функционирует под управлением RISC микроконтроллера AT90S8515 (производства ATMEL, США) [10]. Аналого-цифровая часть состоит из сигма-дельта АЦП AD7714 (производства Analog Devices, США) [11], имеющего встроенный дифференциальный усилитель. Снимаемая ЭРГ сохраняется в энергонезависимой твердотельной памяти NAND типа KM29U128 (Samsung) объемом 16 Мбайт [12].

Реализован следующий алгоритм хранения ЭРГ в NAND-памяти: при записи внутри каждой страницы сохраняется контрольная сумма; данные ЭРГ в каждой странице должны быть независимы; при записи страницы проводится контрольное чтение; в случае отказа информация перезаписывается в следующую страницу. Предложенный алгоритм обеспечивает высокую устойчивость к искажениям информации, ускоряет подготовку накопителя к работе, увеличивает срок его службы и снижает энергопотребление [13].

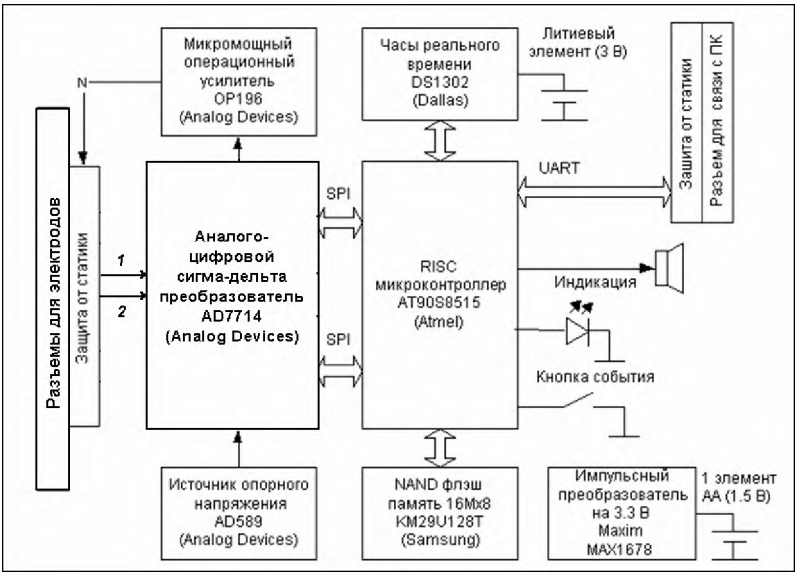


Рисунок 2 – Блок-схема ЦНЭРГ

Статическое электричество является опасным фактором для любых электронных устройств, особенно портативных. В качестве токоотводящего канала использованы диоды BAV99 (производства Philips, Motorola и др.) [14]. Для подключения ЦНЭРГ к компьютеру разработаны специальные адаптеры USB и RS-232C (для компьютеров без USB). Для сопряжения с USB применен специализированный контроллер USBN9602 производства фирмы National Semiconductor (США) [15], работающий под управлением производительного контроллера AT90S8515 производства фирмы Atmel (США). USBN9602 – это интегрированный контроллер, совместимый со спецификацией USB версии 1.1. На одном кристалле содержатся все необходимые модули для поддержки протокола USB: трансивер, контроллер доступа, FIFO, универсальный восьмиразрядный параллельный интерфейс, последовательный интерфейс и встроенный тактовый генератор. Микроконтроллер AT90S8515 является мостом между интерфейсом USB и ЦНР. Применение USB-адаптера для ЦНР позволяет использовать максимальную скорость передачи данных – 16 Мбайт за время менее 3 минут.

Для ЦНЭРГ модифицирован алгоритм разностного адаптивного сжатия без потерь [16, 17]. Предложенный алгоритм обладает следу-

ющими преимуществами: обеспечивает возможность полного восстановления исходного цифрового сигнала до сжатия; использует только целочисленные вычисления и небольшой объем памяти, что критично для портативных систем.

Результаты исследований и их обсуждение. Программный интерфейс ветеринарного пользователя КЭРГ-1. Для анализа цифровых электроруминограмм жвачных животных разработана специальная компьютерная программа, получившая название КЭРГ-1 (компьютерная электроруминография). Ее функциональный интерфейс подсказан логикой работы ветеринарных специалистов, непосредственно занимающихся электрографией рубца жвачных животных. Второй блок программы – параметры электроруминограмм – включает в себя команды, управляющие математической обработкой снятых ЭРГ. К ним относятся: возбудимость, сократимость, ритмичность и время сокращений рубца, средняя величина потенциала (мкВ, мВ), вариация величины потенциала (мкВ, мВ), время активности, количество максимумов (макс/мин), величина интервала (мин), степень аритмии и мощность сигнала (мкВ, мВ).

Третий блок программы – Математические преобразования КЭРГ – объединяет в себе реализованные в программе алгоритмы математических преобразований волновых нестационарных сигналов (с целью более детального и более точного количественного анализа ЭРГ) – волновое и Фурье-преобразования.

Четвертый блок программы – Фильтрация КЭРГ – содержит алгоритмы цифровой полосовой фильтрации ЭРГ и комплекс подстроечных функций для них.

Пятый блок программы – окна электроруминограмм – ответственен за расположение ЭРГ-окон на экране компьютера с целью их визуального анализа и обозрения.

Шестой блок программы – Справка – решает задачу электронной помощи ветеринарному пользователю на основе гипертекстовых ссылок и подсказок.

Критерии оценки электрической активности рубца жвачных животных. Выполненный объем исследований позволил всесторонне оценить как технические особенности нового метода, так и разработанные нами критерии оценки электрической активности рубца жвачных животных. Их основные параметры представлены ниже.

Средняя величина потенциала (мкВ или мВ) – среднее арифметическое от суммы величин электрических потенциалов, зарегистрированных в каждый из непрерывно следующих друг за другом отрезков времени. Данный показатель рассчитывается по каждой из гармоник и

выражается в микро- или милливольтах. В рубце он может иметь величину от 100-200 мкВ (до приема пищи) до 150-250 мкВ (после приема). Волны с частотой 1-2 в минуту, условно названные нами медленными, изменяются в норме в более широком диапазоне – от 250 до 600 мкВ. Этот показатель характеризует электрическую активность рубца, косвенно отражая глубину перистальтических движений. Увеличение средней величины потенциала рубца по сравнению со статистически рассчитанной нами нормой свидетельствует о нарушении его сократительной функции. Уменьшение показателя под влиянием лечения подтверждает положительный эффект проводимой терапии.

Количество максимумов (макс/мин) – величина, показывающая количество максимумов по каждой из гармонических составляющих, выявленных в процессе исследования. Ее получаем путем деления количества максимумов на продолжительность исследования. По отношению к рубцу эта величина равна 3,6-4,8 макс/мин. Увеличение количества максимумов свидетельствует о значительном повышении двигательной активности желудка, возрастает количество перистальтических волн, что может наблюдаться при разных заболеваниях. Уменьшение говорит о выраженном торможении моторики, которое может быть обусловлено многими причинами, в том числе и медикаментозным воздействием или воспалительным процессом в брюшной полости.

Величина интервала (мин) – среднее арифметическое от суммы временных интервалов между максимумами. Фактически является величиной, обратной количеству максимумов. По отношению к рубцу составляет 2,3-3,5 мин.

Степень аритмии – величина, которая получается в процессе вычисления среднего арифметического величины интервала и является средней ошибкой среднего арифметического данного показателя. В норме по отношению к рубцу она меньше 0,8. Данный показатель характеризует ритмичность или периодичность электрической активности рубца по каждой из гармоник. Он увеличивается или уменьшается при нарушениях глубинных нейрогуморальных регуляций моторики рубца, а также при функциональных и органических изменениях в желудке животного. Уменьшение показателя в процессе лечения является объективным показателем его выздоровления.

Мощность сигнала желудка (мкВ или мВ/мин) – сумма величин электрических потенциалов по гармоническим составляющим с частотой 3 и 4 волны в минуту, деленная на время исследования. До приема пищи мощность сигнала рубца составляет 60-200 мкВ, после приема – 120-250 мкВ. Показатель отражает динамику электрической и моторной дея-

тельности рубца в процессе самого исследования; он может найти применение в сравнительных опытах до и после какого-либо воздействия.

Мощность сигнала кишечника (мкВ или мВ/мин) – сумма величин электрических потенциалов по гармоническим составляющим с частотой 5-15 волн в минуту, полученных в результате расчета одноминутных последовательных интервалов за все время исследования, деленная на время исследования. В норме показатель равен 30-70 мкВ, после приема пищи – 30-90 мкВ. Он характеризует суммарную активность рубца в процессе динамического наблюдения, например, при необходимости оценки воздействия каких-нибудь лечебных или иных воздействий. Данный показатель может увеличиваться и уменьшаться. Его целесообразно использовать при мониторинге моторной функции рубца.

Заключение. Таким образом, особый сервис для ветеринарного специалиста представляют графические временные зависимости всех количественных показателей компьютерной электроруминографии (сервис реализован на основе современных представлений компьютерного визуального интерфейса). Осуществляется также анализ сигнала различными математическими методами и приемами, например, с помощью линейной фильтрации и спектрального анализа, являющихся, по существу, основными операциями цифровой обработки нестационарных сигналов.

Так же следует отметить, что метод компьютерной электроруминографии прошел апробацию на кафедрах компьютерного образования и физиологии сельскохозяйственных животных Витебской государственной академии ветеринарной медицины. Его чувствительность и портативность удовлетворяют требованиям, предъявляемым к нему ветеринарными физиологами и клиницистами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анатомия и физиология сельскохозяйственных животных / А. П. Елисеев, Н. А. Сафонов, В. И. Бойко. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 493 с.
2. Практикум по физиологии сельскохозяйственных животных: Учебн. Пособие / П. Н. Котуранов, В. К. Гусаков, Ю. И. Никитин и др. / Под ред. П. Н. Котуранова. –Мн.: Ураджай, 2000. - 280 с.
3. Гергиевский, В. И. Практическое руководство по физиологии сельскохозяйственных животных. Учебн. Пособие для с.-х. вуз / В. И. Георгиевский, Мн.: «Высш. Школа», 1976.-352 с.
4. Борисевич, М. Н. Автоматизация технологических процессов в ветеринарной медицине / М. Н. Борисевич. - Витебск : ВГАВМ, 2006. - 247 с.
5. Борисевич, М. Н. Информационные технологии для врача ветеринарной медицины М. Н. Борисевич. - Витебск : ВГАВМ, 2007. - 554 с.
6. Sigma-Delta (S-D) A/D Converters // New Product Applications – 1999, winter edition. – Analog Devices, 1998, pp. 3-113 – 3-143.
7. Application Note AN-283: Sigma-Delta ADCs and DACs // Applications Reference Manual. – Analog Devices, 1993, pp. 20-3 – 20-18.

8. Епифановская А. Переносные накопители информации / А. Епифановская // Mobi. – 2006. - №4(20). – С.92-95.
9. Солохина, Т. В. МС-12 – первый представитель семейства «Мультикор» / Т. В. Солохина, Ю. Н. Александров, Я. Я. Петричкович // Электроника:наука, технология, бизнес. – 2005 - №7. - С.70-77.
10. Парахуда, В. Н. Автоматизация измерений и контроля / В. Н. Парахуда, В. И. Шевцов. – Санкт-Петербург, СЗТУ, 2002. – 75 с.
11. Фрунзе, А. Милливольтметр постоянного тока AD7714 / А. Фрунзе // Компоненты и технологии, №1, 1999, С. 38-41.
12. Intel® flash Memory Software Builder: Common flash Memory Interface (CFI).- Intel, 2004.
13. MAX1678 Evaluation Kit. Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600.
14. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл. - Т. 2. – М: Мир. – 1983. – С. 72-75.
15. USBN9602 (Universal Serial Bus) Full Speed Function Controller With DMA Support.- National Semiconductor. – 1998. - №11.
16. Ватолин, Д. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Д. Ватолин., А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин– М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 384 с.
17. Stearns, S. D. Arithmetic coding in lossless waveform compression / S. D. Stearns. - IEEE Trans. - Signal Proc., vol. 43, pp. 1874-1879, 1995.
18. Терехов, С. А. Вейвлеты и нейронные сети. Лекция для школы-семинара «Современные проблемы нейроинформатики» / С. А. Терехов. – МИФИ, Москва, 24-26 января 2001 г.

УДК 290:189:218:001

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ КЛИНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЖИВОТНЫХ

М. В. Орешкин, М. Н. Борисевич

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 27.05.2015 г.)

Аннотация. *Приведено описание программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего компьютерную поддержку ведения клинического ветеринарного журнала. Состав комплекса – персональный компьютер, устройство внешней памяти DS1971, адаптер-держатель DS9490B (подключаемый к ПК через USB-порт). Работа с DS1971 осуществляется с помощью собственной компьютерной программы VIS, созданной на основе универсального пакета SDK TMEX. Соответственно возрастает эффективность труда ветеринарного врача. А причастность его к новым компьютерным технологиям не только позволяет ему стать вровень с последними достижениями науки и техники, но и творчески подходить к ежедневной и ранее рутинной работе. Ветеринарный врач становится одним из важных компонентов информаци-*