

9. MacMillan, K. L. and Shannon, P. 1982. Aspects of processing semen for use at ambient temperature or after re-diluting thawed deep-frozen material (RDF). In *Animal Production and Health in the Tropics* (ed. Jainudeen, M. R. And Omar, A. R.), pp. 439–443. Penerbit Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, Selangor.

10. Wilmientje Marlene Mesang Nalley, Ristika Handarini, Raden Iis Arifiantini, Tuty Laswardi Yusuf, Bambang Purwantara, Gono Semiadi, Sinkronisasi Estrus dan Inseminasi Buatan pada Rusa Timor, *Jurnal Veteriner Desember 2011 Vol. 12 No. 4: 269-274.*

11. Методические указания по ветеринарно-санитарному контролю качества замороженной спермы быков-производителей. – М., 2003. – 10с.

12. Инструкция по организации и технологии работы станций и предприятий по искусственному осеменению сельскохозяйственных животных. – М., 1981. – 159 с.

13. Методические указания по ветеринарно-санитарному контролю качества замороженной спермы быков-производителей. – М., 2003. – 10 с.



УДК 528.810.290.123

**М.Н. Борисевич**

*Витебская государственная академия ветеринарной медицины,  
Республика Беларусь, bomini54@mail.ru*

### **ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ БИОПОТЕНЦИАЛОВ У ЖИВОТНЫХ**

В последние годы цифровые технологии все шире внедряются в сельское хозяйство [1]. В данной работе представлена цифровая платформа для регистрации биопотенциалов у животных (на примере компьютерной электроруминографии жвачных).

Рубец животного, электрическая активность которого исследуется, как и органы, электрическая активность которых мешает анализу его биопотенциалов, представляет собой своеобразные электрические генераторы, которые (как и физические электрические генераторы) характеризуются развиваемой ими электродвижущей силой (ЭДС) и внутренним сопротивлением [2]. ЭДС в свою очередь характеризуется амплитудой, формой и диапазоном частот. Продуцируемая органами ЭДС низкоамплитудна (сотые и тысячные доли вольта), форма же ЭДС весьма разнообразна. Диапазон частот биоэлектрических активностей у животных простирается от постоянных напряжений до десятков килогерц [3, 4].

Цель статьи – краткое описание способа компьютерной электроруминографии жвачных животных, позволяющего получить графическое представление суточной и сверхсуточной биоэлектрической активности рубца. Полное описание способа приведено в [5].

Весьма важным для практического 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. Более того, предлагаемый метод компьютерной электроруминографии решает задачу суточного и сверхсуточного мониторинга двигательной активности рубца, которая до настоящего времени считалась малоисследованной в животноводстве (особенно в свете последних достижений науки и техники) и причислялась к списку наиболее важных и перспективных.

Метод, предлагаемый в данной статье, предполагает регистрацию двух величин 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).

Измерение первой величины осуществляется с имплантированных (вшитых) в гладкомышечную стенку рубца биполярных электродов. Такой способ снятия биопотенциалов является наиболее точным при регистрации, включающим наведение электропотенциалов с других органов, вследствие чего получают и более достоверные данные о состоянии моторики желудка животных. Регистрация осуществляется биполярным способом. Внутриполостной электрод представляет собой конструкцию из двух серебряных игл диаметром 0,2 мм, длиной 5-10 мм с межполярной дистанцией около 1 мм. Электроды вшиваются во внешнюю гладкомышечную стенку рубца через специальный надрез на коже животного. Предлагаемый подход весьма информативен, однако его использование ограничено в основном экспериментальными и научными исследованиями.

Измерение второй величины связано с записью биоэлектрической активности рубца с поверхности тела животного. Анализ поверхностных (периферических) электроруминограмм базируется на характеристиках ампли-

туды, частоты, ритма и формы биопотенциалов. Последние снимаются как в области левой голодной ямки (для крупного рогатого скота, где рубцовая полость соприкасается с кожей), так и с задних конечностей животного. Используются одноразовые хлорсеребряные электроды.

Для регистрации внутренних и периферических электроруминограмм жвачных животных применяется специально разработанный для этих целей программно-аппаратный комплекс, названный компьютерным электроруминографом (его программная и аппаратная части зарегистрированы в Республиканском фонде алгоритмов и программ). Блочная схема комплекса показана на рис. 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 время регистрации задается произвольно). Для обеспечения данного решения задействуется вся техническая схема электроруминографа.

Режим второй - цифровой накопитель электроруминограмм (ЦНЭРГ) отключается от компьютера, закрепляется специальными средствами на туловище животного и автономно решает задачу непрерывного мониторинга (суточного или сверхсуточного) электрической активности рубца. По истечении заданного времени ЦНЭРГ снимается с тела животного и подключается к ПЭВМ; с помощью специальной компьютерной программы, располагаемой на ПЭВМ, накопленная в ЦНЭРГ электроруминограмма просматривается на экране компьютера в различных ракурсах; для ее количественной обработки применяются известные математические методы, а также методы волнового и Фурье- преобразований.

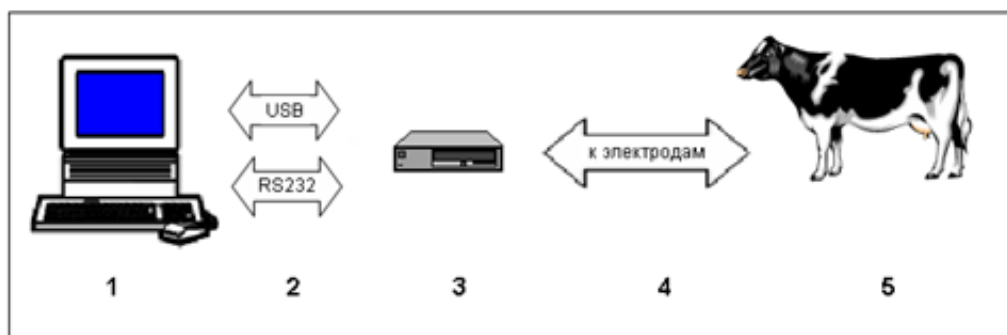


Рисунок – Блок-схема компьютерного электроруминографа:

- 1 - настольный или портативный компьютер; 2 – кабели подключения к портам компьютера (USB или RS232);  
3 – цифровой накопитель электроруминограмм (ЦНЭРГ); 4 – кабели подключения к съемным электродам;  
5 – объект исследования (жвачное животное)

Функциональную основу комплекса составляют оригинальные технические решения и достижения микроэлектроники и цифровой техники последнего времени.

Для анализа цифровых электроруминограмм жвачных животных разработана специальная компьютерная программа, получившая название КЭРГ-1 (компьютерная электроруминография). Ее функциональный интерфейс подсказан логикой работы специалистов, непосредственно занимающихся электрографией рубца жвачных животных. Структура команд, описывающих функциональные возможности КЭРГ-1, представлены в [5].

Предлагаемый метод компьютерной электроруминографии позволяет регистрировать электрическую активность не только рубца жвачных животных, но и других отделов желудка, автоматически выделяет с помощью спектрального анализа (Фурье- или волнового преобразования) гармонические составляющие, отражающие чисто моторную деятельность желудочно-кишечного тракта животных, предоставляя специалисту законченное компьютерное заключение о характере этой деятельности в норме, при патологиях и в длительной – суточной и сверхсуточной временной динамике. Может найти самое прямое применение в животноводстве.

#### Библиографический список

1. Морковкин Г.Г., Дёмина И.В., Дёмин В.А. Вклад учёных-изобретателей в развитие технического прогресса в агропромышленном комплексе Алтайского края // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / XII Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2017 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2017. – Кн. 1. – С. 229-231.
2. Георгиевский В.И. Физиология сельскохозяйственных животных. - М.: Агропромиздат, 1990. - 511 с.
3. Анохин Б.М. Трусов А.Н. Электрограммы сычуга при диспепсии телят.- Ветеринария, 1965. № 12. с 52-54.
4. Венчиков А.И. Электродвижущая сила слизистой желудка.//Тр. Туркмен.мед. ин-т, 1950. тб. с 160-162.
5. Борисевич, М.Н. Информационные технологии в ветеринарной медицине / М.Н. Борисевич. – Витебск: ВГАВМ, 2008. – 571 с.

