

МНОГОКАНАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ

Ларин В.Ю.

Донецкий национальный технический университет, кафедра ЭТ

Abstract

Larin V. Multi-channel information-measuring system for control live environment parameters of a young pigs. In article has given the structure and principal of action the information-measuring system for control parameters of a young pigs. This system developed for scientific research of control group of young pigs and may be used for enterprise applications for eldest pigs.

На основании теоретических и экспериментальных исследований разработан способ установки измерительных средств для контроля основных электрофизиологических параметров группы молодняка свиней в возрасте от 45 до 180 дней. Целью такого контроля предусматривается определение реакции живого организма на внешние воздействия в виде различных комбикормов при проведении научных исследований по отработке оптимальных рецептурных смесей. ИИС выполняет функции измерения текущих параметров работы сердца, восстановления кардио- или фонограммы, температуры тела, установления уровня корреляционных зависимостей между параметрами температуры тела и сердечной деятельности, температуры тела и параметрами окружающей среды, предварительного анализа результатов и отображения результатов.

Основной структурной единицей ИИС контроля электрофизиологических параметров (КФП) является универсальный мобильный измеритель (УМИ), функциональная схема которого приведена на рис.1 и рис.2. УМИ снабжен измерительными техническими средствами температуры, электрокардиограммы (ЭКГ) и электрофонограммы (ЭФГ), передатчиком и приемником.

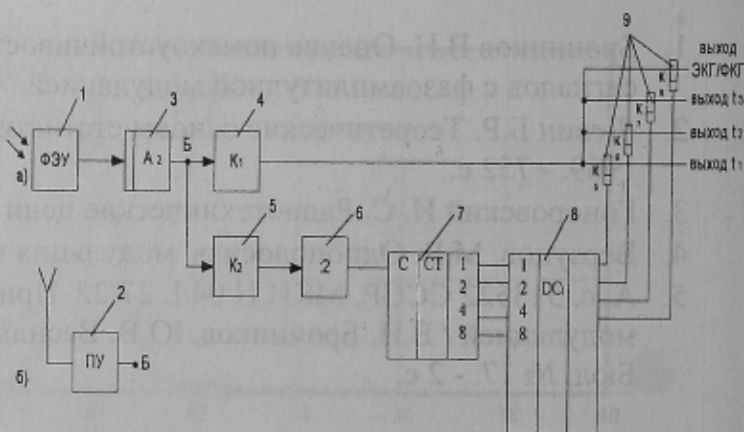
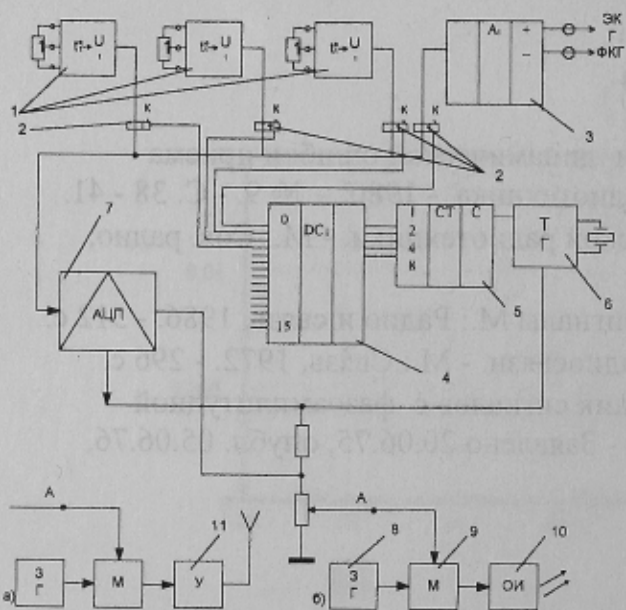


Рис. 1. Функциональная система первичных преобразователей в схеме передатчика

Рис. 2. Функциональная схема приемника УМИ

На рис.1, а) показаны: 1-чувствительные элементы и преобразователи температуры кожного покрова в напряжение, 2-электронные ключи, 3-усилитель ЭКГ (или ФКГ) - сигналов, 4-дешифратор, 5-счетчик, 6-тактовый генератор, 7-аналого-цифровой преобразователь, 8-генератор несущей частоты, 9-модулятор, 10-оптический излучатель. В случае использования радиоканала к точке А вместо оптического излучателя подключается высокочастотный усилитель мощности У с антенной, как показано на рис.1, б.

На рис.2. показаны: 1-фотоэлектронное устройство, подключенное через резонансный усилитель 3 (схема а)) или 2-приемное устройство (схема б)), подключенное к 4-компаратору сигнала K_1 и к 5-компаратору тактовых синхроимпульсов K_2 , 6-делитель частоты, 7-счетчик, 8-дешифратор, 9-электронные ключи, с которых снимаются выходы сигналов ЭКГ или ФКГ и температуры в трех точках кожного покрова.

Основу передатчика составляет аналого-цифровой преобразователь (АЦП), на вход которого с временными интервалами (1с:1с:1с:1с), задающимися разрядностью дешифратора DC_1 , счетчика CT_1 и частотой тактового генератора ТГ, подаются данные о температуре кожного покрова, измеряемые в 3-х точках левого бока чувствительными элементами, расположенными на измерительном поясе, и о кардиограмме или фонограмме. Данные преобразуются в цифровую форму, затем складываются с тактовыми синхроимпульсами (ТСИ) в амплитудных соотношениях 4:1 и поступают в амплитудный модулятор М, модулирующий колебания задающего генератора ЗГ.

Промодулированные колебания излучает оптический излучатель, работающий в инфракрасном (ИК) диапазоне с длиной волны излучения $\lambda \cong 0,94$ мкм. Сигнал, принятый фотоэлектронным устройством ФЭУ, усиливается резонансным усилителем A_2 и восстанавливается до логических уровней КМОП-микросхем компараторами K_1 и K_2 (компаратор сигнала и ТСИ соответственно). Тактовые импульсы преобразуются делителем в импульсы с частотой 1 Гц, синхронизированными по фазе и частоте с импульсами на входе CT_1 и поступают на вход CT_2 , а затем и на дешифратор DC_2 , который управляет работой ключей $K_5...K_8$, коммутирующих выходы соответственно канала температур (t_1, t_2, t_3) или канала кардио- (фоно-) грамм (КГ, ФГ). Далее информация в цифровом виде через устройство согласования поступает на соответствующие входы ЭВМ.

В качестве чувствительных элементов первичных преобразователей температуры ($DA_1...DA_3$) после сравнения результатов экспериментальных исследований различных чувствительных элементов (терморезистивных, транзисторных), а также результатов экспериментальных исследований выбрана микросхема K1019 EM1 [1] из-за высокой линейности характеристики преобразования температуры в напряжение (рис. 3.10). Микросхема также устанавливается в агатовый корпус. Генераторы стабильного тока для ключей $K_1...K_4$ ($I_{пит}=1$ мА) выполнены на транзисторах. Для уменьшения тока, потребляемого устройством, в целом, питание к блокам температура – напряжение ($t_1 \rightarrow U_1$), ($t_2 \rightarrow U_2$), ($t_3 \rightarrow U_3$) подается только на время их работы (то есть 1 раз в 16 секунд).

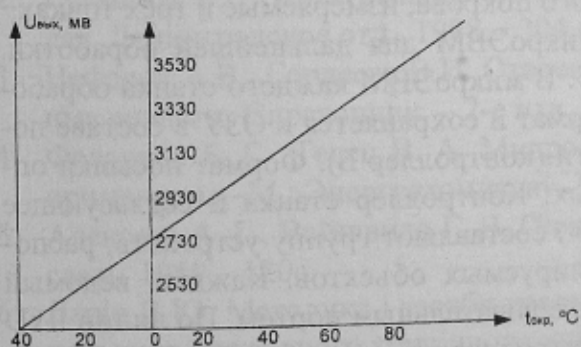


Рис.3. Характеристика микросхемы K1019 EM1

Работой ключей, подводящих питание к датчикам температуры и коммутирующих вход АЦП на один счетчик и дешифратор из 4-х сигналов, управляют счетчик и дешифраторы [2,3]. Счетчик имеет четыре выхода, дешифратор, соответственно $2^4=16$ выходов. Сигнал высокого логического уровня на одном из трех первых выходов дешифратора (0, 1 или 2) подает питание на соответствующий датчик (DA_1, DA_2 или DA_3 соответственно)

и подключает его выход к входу АЦП на время одного тактового импульса (1 Гц). В течение оставшегося времени (13 секунд из 16) на вход АЦП поступают данные об электро- или фоно-кардиограмме в зависимости от выбранного канала измерений (в зависимости от подключенного датчика). Тактовый генератор вырабатывает два типа импульсов - колебания прямоугольной формы с частотой осцилляций кварцевой пластины zQ1 ($2^{15} \text{Гц} = 32768 \text{Гц}$) и колебания с частотой 2^{15} раз меньше. Кварц zQ1 имеет частоту 16-40 кГц, при этом частота задающего генератора ЗГ в 10 раз больше тактовой частоты. Импульсы с частотой в 2^{15}Гц являются тактовыми импульсами для АЦП [4].

Сигнал, снятый в цифровом виде с выхода АЦП (последовательный вывод данных), суммируется с ослабленными ТСИ в амплитудных соотношениях 4:1. Данное соотношение амплитуд выбрано для уверенного восстановления обоих сигналов компараторами приемника без наложений 4-х сигналов. Колебания частотой $f \geq 320 \text{кГц}$ (у каждой пары передатчик - приемник своя фиксированная частота) модулируются модулятором М, усиливаются транзистором и излучаются ИК-светодиодами. Их количество в пределах от 3-х до 6-ти определяется в зависимости от требуемой мощности.

Для стабилизации частоты передатчика ЗГ включен кварцевый резонатор на частоту 10 кГц и использованы его 32, 33 и т. д. гармоники. Для всех передатчиков удобно применить резонатор на одну и ту же частоту, но с использованием разных гармоник.

Генератор тактовых импульсов передатчика генерирует отрицательное напряжение для питания стабилизаторов напряжения. Коэффициент усиления КГ (ФГ) регулируется переменным резистором в пределах 1000-5000, что обеспечивает чувствительность 0,5-3 мВ.

Вместо задающего генератора, модулятора и оптического излучателя можно использовать частотно модулированный генератор диапазона УКВ, что упрощает схему, уменьшает габаритные размеры печатной платы. Но качество связи в условиях наличия электромагнитных полей ухудшается по сравнению с ИК каналом передачи информации. Генератор подключается вместо вышеупомянутых блоков к точкам Б и Г. Частота генератора 115-200 МГц, девиация частоты 50 кГц. При сетке частот с градацией 200 кГц диапазон, занимаемый всем комплексом - 3 МГц [5]. Ниже на рис. 4 приведены схемы подключения первичных преобразователей к передатчику: а) температуры, б) фонограммы, в) кардиограммы.

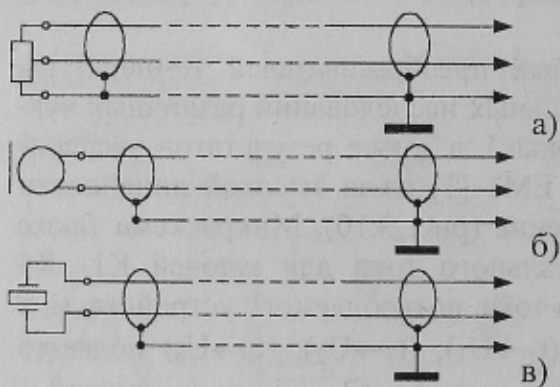


Рис.4. Схемы подключения ПП к приемнику

преобразователей к передатчику: а) температуры, б) фонограммы, в) кардиограммы. Датчик температуры и ФКГ (динамический или пьезоэлектрический) подключают к устройству одним экранированным проводом, содержащим 2 жилы. Датчики-присоски для ЭКГ подключают к входу ЭКГ или ФКГ двумя экранированными проводами, содержащими по 1 жиле. Все датчики присоединяются к передатчику посредством разъёмов и штекеров. Выходы сигналов о температуре кожного покрова, измеряемые в трёх точках,

и ЭКГ или ФКГ подаются в устройство связи с микроЭВМ для дальнейшей обработки. Структурная схема ИИС КФП представлена на рис. 5. В микроЭВМ каждого станка обработанная информация преобразуется в двухбайтный формат и сохраняется в ОЗУ в составе посылки, готовой к передаче ведущему контроллеру сети (контроллер Б). Формат посылки определяется конкретным протоколом передачи данных. Контроллер станка и согласующее устройство (обозначенное на схеме знаками «>» и «<») составляют группу устройств, расположенную в непосредственной близости от контролируемых объектов. Каждый ведомый контроллер станка соединён с линией связи своим последовательным портом. По линии RxD он принимает управляющую посылку от ведущего контроллера Б, а по линии TxD посылает подготовленную информацию в соответствии с протоколом обмена данных. Контроллеры А

и Б связаны через параллельный порт, а контроллер Б своим последовательным портом через согласующее устройство подключен к СОМ-порту персональной ЭВМ, с помощью которой и осуществляется управление процессом измерений [6].

ИИС КФП предусматривает выполнение следующих основных функций:

- опрос измерительных средств контроля электрофизиологических параметров;
- установление наличия отклонений температуры от нормального значения;
- формирование списка первоочередного ветеринарного обслуживания поголовья;
- восстановление ЭКГ (ЭФГ) сигнала в процессе измерения параметров сердечной деятельности с помощью методики, основанной на использовании методов практического преобразования Фурье;
- выделение периода каждой функции $f(t)$ соответствующей пульсовой волны с помощью программно-аппаратных средств;
- описание каждой функции $f(t)$ рядом Фурье и расчет коэффициентов ряда;
- анализ соответствия текущей функции $f(t)$ пульсовой волны теоретической $\varphi(t)$ на участке $[0, 2\pi]$, равному нормальному периоду T пульсовой волны;
- определение наличия отклонений между функциями $f(t)$ и $\varphi(t)$ с помощью меры отклонения, в качестве которой принято среднеквадратическое отклонение. По величине отклонений принимается предположение о степени идентичности функций по заранее определенному для известных видов уровню отклонений;
- в случае поступления фрагментов кардиограммы, в которых присутствуют участки, характерные для патологических процессов сердечной деятельности, их графическая форма поступает на экран ПЭВМ для анализа ветеринарному специалисту.

Выводы

1. Предложенный впервые универсальный мобильный измеритель УМИ является измерительным устройством, на основе которого разработана ИИС КФП молодняка свиней, обеспечивающая, в процессе жизнедеятельности непрерывный, контроль температуры кожного покрова, коррелированной с температурой окружающей среды, кардио- или фонограммам. Измеритель обеспечивает бесконтактную передачу указанных параметров к приемнику для дальнейшей передачи и обработки в ПЭВМ.

2. Разработанная ИИС КФП обеспечивает контроль параметров жизнедеятельности молодняка свиней с двухмесячного возраста до достижения товарного веса, а также по числу выполняемых функций ИИС КФП может использоваться в научных исследованиях для контроля реакции живого организма на внешнее воздействие.

Литература

1. Цифровые и аналоговые ИМС: Справочник / С.В. Якубовский и др.; Под ред. С.В. Якубовского. – М.: Радио и связь, 1989. – 496 с., ил.
2. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах - Л.: Энергоиздат. Ленинградское отд., 1988. - 304 с.
3. Нефедов А.В., Гордеева В.И. Отечественные полупроводниковые приборы и их зарубежные аналоги: Справочник. – 2-е изд., перераб. – М.: Радио и связь, 1986. – 288с., ил.
4. Федорков Б. Г., Телец В. А. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение.–М.: Энергоатомиздат, 1990.–320с.
5. Алексеев А. Г., Войшвило Г. В. Операционные усилители и их применение.– М.: Радио и связь, 1989.– 120с.
6. Ларін В.Ю. Методика і засоби реєстрації параметрів життєдіяльності / Наукові праці Донецького державного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація, випуск 20: - Донецьк, ДонДТУ, 2000. –с.287-296.

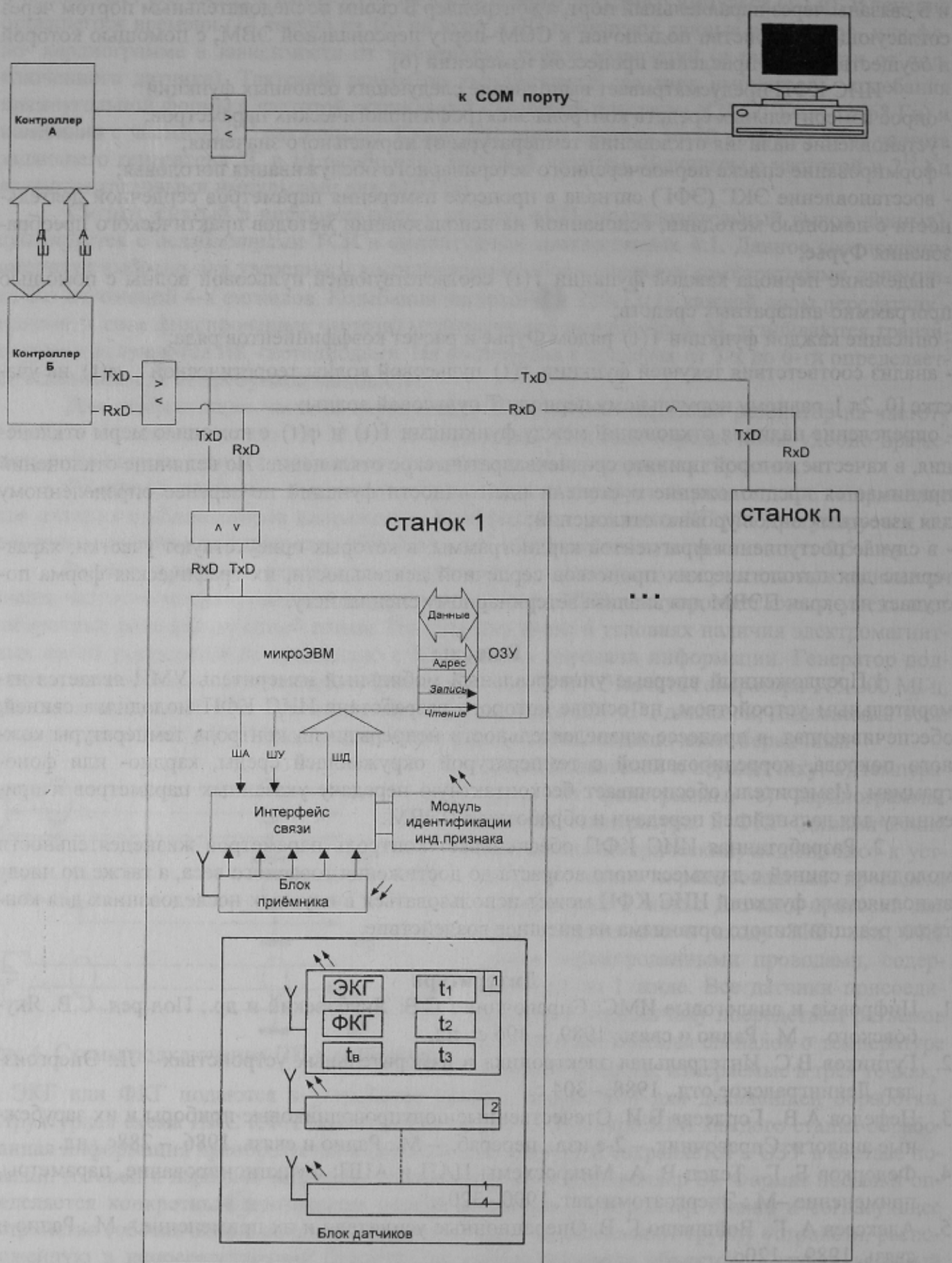


Рис. 5. Структурная схема ИИС КФП