

УДК 57.087.1

## РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ УЧАСТКА И ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

*Павлик П. М., Герасимов И. Г.  
Донецкий национальный технический университет*

*Разработана специализированная компьютерная система для регистрации сопротивления участка и температуры поверхности тела человека в режиме реального времени. Система состоит из температурных датчиков и электродов сопротивления, закрепленных на теле испытуемого, блоков регистрации сопротивления и температуры, генератора синусоидального сигнала переменной частоты и амплитуды, а так же внешнего блока питания. Биометрические показатели передаются на персональный компьютер для хранения и дальнейшего анализа. Используемые схематические решения позволяют получать данные с частотой 500 Гц.*

### Общая постановка проблемы

В связи с широким распространением компьютерной техники и стремительным снижением возраста аудитории пользователей компьютеров, все больше людей подвержено воздействию персонального компьютера (ПК) на эмоциональное и физическое здоровье пользователя. Необходим контроль состояния пользователя в режиме реального времени. Для этого нужны устройства, которые позволяют следить за функциональным состоянием человека-оператора.

Важными показателями для диагностики функционального состояния организма человека являются: частота сердечных сокращений, температура, артериальное давление, частота дыхания, ритмы головного мозга, кожно-гальваническая реакция и другие [1]. Для регистрации частоты сердечных сокращений можно использовать анализ реографической кривой, полученной при помощи реографа. Измерение температурных показателей несложно реализовать благодаря доступности цифровых температурных сенсоров.

### Цель и задачи

Целью данного исследования является разработка специализированной компьютерной системы регистрации сопротивления участка и температуры поверхности тела человека в режиме реального времени.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать программу для тестирования и отладки специализированной компьютерной системы;
- протестировать и отладить устройство.

### Разработка компьютерной системы регистрации сопротивления участка и температуры поверхности тела человека

Структура специализированной компьютерной системы определена в результате изучения и анализа существующих устройств, которые позволяют регистрировать сопротивление участка тела человека [2]. Измерение температуры является тривиальной задачей и не представляет трудностей в реализации специализированной компьютерной системе. Особенности разработанной системы определены требованиями, предъявляемыми к специализированной компьютерной системе.

Устройство регистрации сопротивления участка и температуры поверхности тела человека имеет модульную структуру (рис. 1).

Источник питания (рис. 1), подключенный к сети переменного тока частотой 50 Гц и

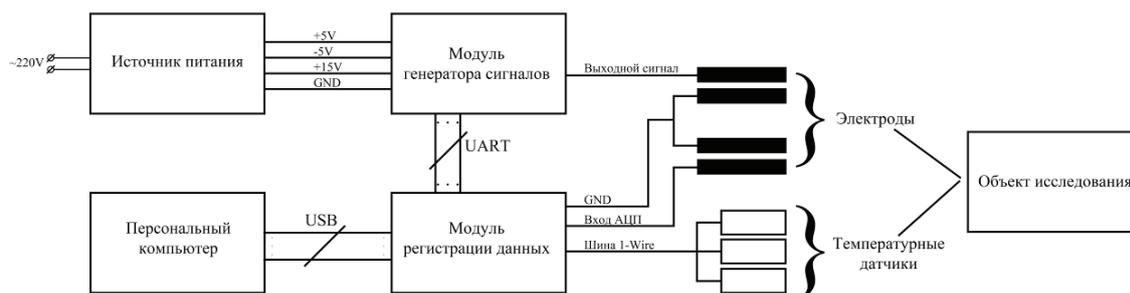


Рисунок 1. Блок-схема устройства регистрации изменения кровенаполнения сосудов

напряжением 220 В, необходим для функционирования модуля генератора сигналов. Широкий набор питающих напряжений обусловлен схематическими особенностями генератора. Блок питания имеет гальваническую развязку от сети переменного тока, что обеспечивает электробезопасность объекта исследования и полностью исключает вероятность поражения человека сетевым напряжением.

Модуль генератора сигналов (рис. 1) формирует на выходе синусоидальный сигнал с частотой от 40 до 120 кГц и амплитудой от 0,35 до 5 В [3]. Параметры сигнала определяются областью наложения электродов на теле человека. Значение частоты и амплитуды выходного сигнала формируется цифро-аналоговым преобразователем, на вход которого подается последовательность 2-х байтовых слов, из которой формируется сигнал. Посредством интерфейса универсального асинхронного приемопередатчика (UART) модуль генератора сигналов подключен к модулю регистрации данных, благодаря данному схематическому решению оператор может установить параметры выходного сигнала.

Двухэлементные ленточные электроды для реографии ЭРЛ-01 (рис. 2) фиксируются на поверхности тела человека. Длина рабочего элемента электрода 1350 мм [4]. На один из них подается зондирующий сигнал, а со второго электрода сигнал регистрируется при помощи аналого-цифрового преобразователя, полученные результаты передаются на персональный компьютер средствами модуля регистрации данных.

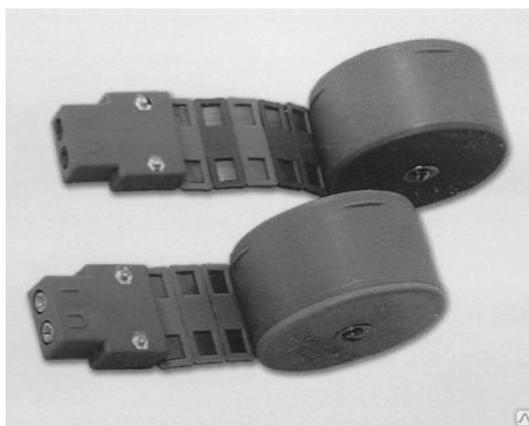


Рисунок 2. Электроды для реографии ЭРЛ-01

Температурные датчики (рис. 1), подключенные к модулю регистрации данных, используют общую шину 1-wire. Число датчиков в данной реализации равно трем. Особенность примененной технологии позволяет увеличить количество температурных сенсоров, благодаря наличию уникального и неизменяемого 64-х битного серийного номера, присвоенного каждому из датчиков. Диапазон измерения от  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$  [5]. Измеренные температурные показатели отправляются на персональный компьютер.

Модуль регистрации данных (рис. 1) считывает значения с внешнего аналого-цифрового преобразователя и опрашивает температурные датчики. Сформированные пакеты данных передаются на компьютер по средствам USB порта. Модуль регистрации данных позволяет регистрировать

значения сопротивления с интервалом 2 мс. Температурные показатели считываются и передаются на компьютер с периодичностью 1 с.

При программной реализации модуля регистрации данных учтена возможность изменения количества температурных сенсоров, без изменения кода программы для микроконтроллера. Считывание данных с аналого-цифрового преобразователя (АЦП) происходит при срабатывании внешнего прерывания, свидетельствующего о готовности АЦП. Максимальная частота конвертирования данных аналого-цифровым преобразователем равна 30000 Гц [5]. В устройстве производится тактирование АЦП внешним кварцевым резонатором, имеющим частоту 8 МГц, а следовательно при записи в регистр преобразователя коэффициента деления тактовой частоты 15360, получим скорость конвертирования аналогового сигнала 520 Гц, т. е. интервал между измерениями составит 1,92 мс.

Для отладки и тестирования устройства написана программа, которая позволяет отображать значения, регистрируемые специализированной компьютерной системой. Для написания программы использовался язык Visual Basic 6.0. Тестовая программа визуализирует значения сопротивления и значения температуры. Рассмотрим работу устройства во время регистрации температурных данных.

Программа обеспечивает получение данных, посылаемых устройством на персональный компьютер, обрабатывает их и сортирует. Процедура обработки полученных значений обеспечивает определение принадлежности данных к конкретному температурному датчику. Текущие значения температуры выводятся на главную форму программы (рис. 3), получение нового пакета данных приводит к обновлению результатов.

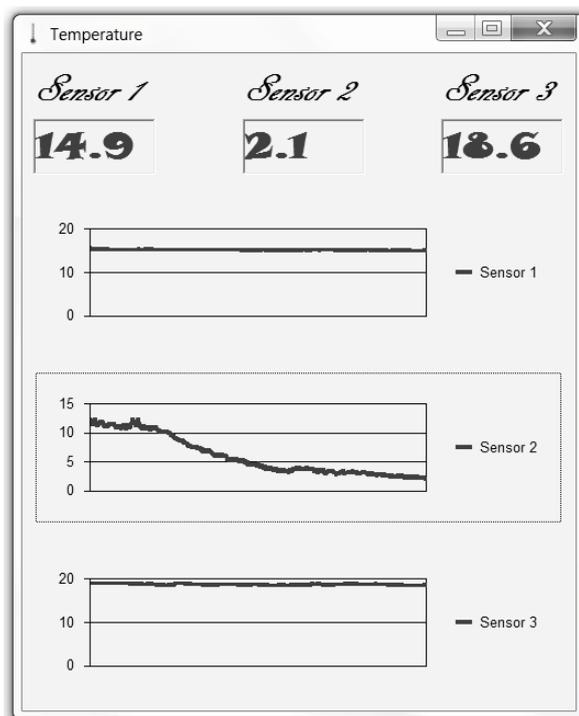


Рисунок 3. Интерфейс программы тестирования и отладки специализированной компьютерной системы

На главной форме программы имеются три окна, на которых выводятся текущие значения температуры. Для каждого из температурных сенсоров строится график зависимости температуры от времени, что значительно упрощает процедуру отладки устройства, так как позволяет отследить аномальные температурные значения при длительном тестировании специализированной компьютерной системы. Появление аномальных значений, полученных от устройства, свидетельствует о присутствии неисправностей.

На рис. 3 отображены значения температуры, полученные с сенсоров расположенных в

различных условиях окружающей среды. Два температурных сенсора, «Sensor 1» и «Sensor 3», были расположены в помещении. Второй датчик, «Sensor 2», во время тестирования располагался вне помещения, запись происходила в течении четырех часов.

В результате тестирования были получены графики изменения температурных показателей во времени. Отсутствие резких скачков на графике свидетельствует об отсутствии случайных значений среди данных, переданных устройством на персональный компьютер.

### **Выводы**

Для регистрации сопротивления участка и температуры поверхности тела человека в режиме реального времени, разработана программа для тестирования и отладки специализированной компьютерной системы.

Устройство протестировано и отлажено.

### **Литература**

- [1] Диагностика функционального состояния. / Электронный ресурс. — Режим доступа: <http://website-seo.ru>
- [2] Сидоренко Г. И., Савченко Н. Е. Реография. Импедансная плетизмография. — Минск «Беларусь» 1978. — 158 с.
- [3] Полищук В. И., Терехова Л. Г. Техника и методика реографии. — М.: Медицина, 1983. — 176 с.
- [4] ООО «Кардиосистем». Электроды для электростимуляции и диагностики сердечной деятельности человека. / Электронный ресурс. — Режим доступа: <http://www.cardiosystem.pulscen.ru>
- [5] Планар. Электронные компоненты. / Электронный ресурс. — Режим доступа: <http://www.planar.ru>