

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И СОПРОТИВЛЕНИЯ УЧАСТКА ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Павлик П. М., Герасимов И. Г.

Донецкий национальный технический университет

Кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: petr-pavlik@mail.ru

Аннотация

Павлик П. М., Герасимов И. Г. Разработка специализированной компьютерной системы измерения температуры и сопротивления участка тела человека в режиме реального времени. Разработана специализированная компьютерная система, регистрирующая значения температуры и сопротивления участка тела человека в режиме реального времени. Система состоит из температурных датчиков и электродов, закрепленных на теле испытуемого, прибора регистрации сопротивления и температуры, а также компьютера, на который передаются биометрические показатели. Используемые схематические решения позволяют получать данные с высокой точностью и частотой.

Общая постановка проблемы

При проведении вербальных компьютерных тестов, призванных определить психическое состояние человека или его общий уровень развития, необходимо выявить те ответы на вопросы, которые имеют высокую валидность. С такой целью в тест вводят ряд дополнительных вопросов, что увеличивает общее время проведения теста. Ответы, не соответствующие истине активизируют симпатическую нервную систему и вызываются физиологические изменения: кровяного давления, температуры тела, пульса, амплитуды дыхания, электрической активности кожи, частоты мигания, изменение ритма головного мозга. Для регистрации этих изменений можно применять детекторы лжи (полиграфы). Эти устройства очень громоздкие и дорогостоящие, поэтому их применение в решении данной задачи нецелесообразно.

Для решения данной проблемы подобное устройство не использовалось прежде, поэтому публикаций на эту тему нет.

Цели и задачи

Целью данного исследования является разработка специализированной компьютерной системы (СКС) измерения температуры участка тела человека в режиме реального времени.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) выбрать температурные датчики;
- 2) подобрать электронные компоненты для регистрации сопротивления участка тела человека;
- 3) выбрать способ коммутации устройства и персонального компьютера;
- 4) реализовать прибор.

Основной материал исследования

Специализированная компьютерная система основана на принципах работы реографа и термографа. Реограф – это устройство для регистрации сравнительно быстрых пульсовых колебаний кровенаполнения органов [1]. Термограф – прибор для регистрации теплового поля объекта.

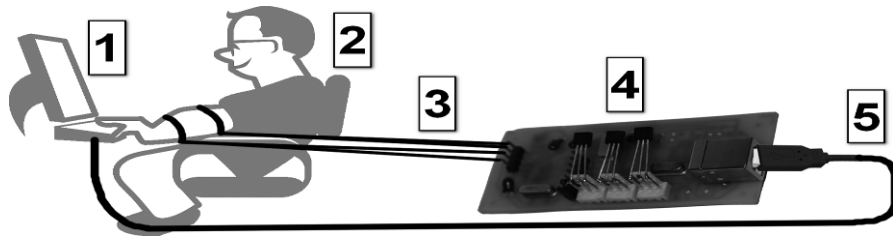


Рисунок 1 □ Схема модели СКС.

Персональный компьютер (1); испытуемый (2); силовые и сигнальные линии, соединяющие электроды, температурные датчики и устройство (3); устройство регистрации сопротивления и температуры объекта исследования (4); кабель, коммутирующий устройство и персональный компьютер (ПК) (5).

Термограф в СКС использует температурные датчики DS18B20 компании “Dallas Semiconductor”. Датчики позволяют измерять температуру с точностью $\pm 0,5^\circ\text{C}$ от -10°C до $+85^\circ\text{C}$. Уникальный и неизменяемый 64 битный серийный номер, который используется как узловой адрес датчика, позволяет подключить на одну шину множество термодатчиков.

На рынке представлено большое количество различных температурных датчиков, особого внимания заслуживает именно DS18B20, т. к. имеет высокую точность, широкий рабочий диапазон и низкую стоимость, а также простой способ реализации в устройстве.

На теле человека фиксируется 3 температурных датчика при помощи лейкопластыря (тонкая материя с нанесённой на неё клеевой массой).

Метод реографии базируется на законе Ома [2]:

$$I = \frac{V}{R}, \quad (1)$$

где I — сила тока, пропускаемого через живую ткань, А;
 V — падение напряжения на участке между электродами, В;
 R — электрическое сопротивление, Ом.

Измерение сопротивления производится с помощью специальных электродов, зафиксировать которые на теле человека позволяют конструктивные особенности устройства.

Перед началом вербального компьютерного теста, к человеку подключаются датчики устройства, которые позволяют регистрировать физические показатели, передаваемые на ПК прибором (рис. 1, 4).

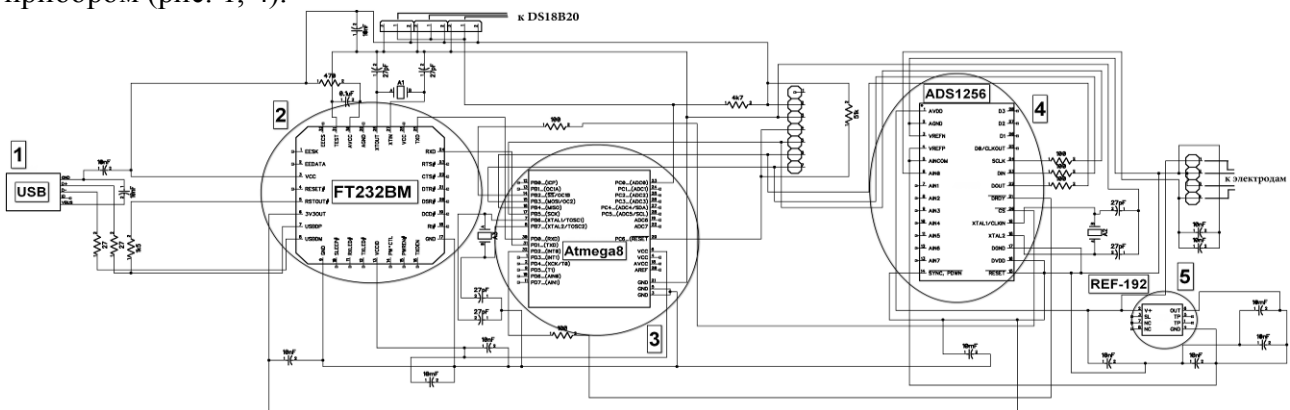


Рисунок 2 □ Принципиальная электронная схема устройства регистрации сопротивления и температуры с USB интерфейсом.

Разъем USB (1); преобразователь FT232BM (2); микросхема Atmega8 (3); аналого-цифровой преобразователь ADS1256 (4); источник опорного напряжения REF192 (5).

Для измерения сопротивления и температуры участка тела человека разработано устройство, схема которого представлена на рис. 2.

Устройство собрано на микроконтроллере (специализированный микрокомпьютер) Atmega8-16AU (рис. 2, 3) компании "Atmel". Данный контроллер имеет 8 кбайт Flash memory (внутренняя энергонезависимая память) для программного кода, а также 512 бит Еергом (внутренняя энергонезависимая память), рассчитанную на 100 000 циклов перезаписи [3].

Микросхема Atmega8 является бюджетным решением, и кроме того микроконтроллер имеет все необходимые порты, для реализации устройства.

По средствам последовательного периферического интерфейса (SPI) контроллер получает данные с внешнего аналого-цифрового преобразователя (АЦП) – ADS1256 (рис. 2, 4), компании «Texas Instruments». Данный аналого-цифровой преобразователь, является 24 битным, малозумящим устройством, с максимальной частотой выборки 30000 в секунду [3], т. е. за одну секунду мы можем получить до 30000 замеров. АЦП имеет внешний кварцевый резонатор на 8 МГц и источник опорного напряжения REF192 -2,5В (рис. 2, 5).

Аналого-цифровой преобразователь - ADS1256 самый затратный элемент во всей конструкции, но при этом имеет самую низкую цену среди устройств своего класса.

Для коммутации устройства с компьютером используется универсальная последовательная шина (USB) (рис. 2, 1). Передача данных, полученных микроконтроллером, на компьютер осуществляется микросхемой FT232BM (рис. 2, 2). Такое аппаратное решение позволяет просто реализовать устройство, использующее подключение к компьютеру по средствам USB. Максимальная скорость передачи данных для преобразователя FT232BM составляет 1 Мбит/с [3].

Преобразователь FT232BM использован потому что, имеет наиболее широкое распространение, в своем классе, это и объясняет его невысокую стоимость, по сравнению с конкурентами.

Максимально возможное количество пакетов данных (N , c^{-1}), передаваемых на персональный компьютер (ПК) за секунду зависит от длины одного пакета данных (L_p , бит) и скорости передачи данных по каналу связи (V_{ch} , бит/с), рассчитывается по формуле: $N = V_{ch} / L_p$. Разрядность температурного датчика DS18B20 устанавливается программно и может составлять 9 - 12 бит, поэтому максимально возможное количество пакетов данных, передаваемое на персональный компьютер, может различаться.

Таблица 1 □ Предельное количество пакетов данных, передаваемых на ПК за секунду, в зависимости от числа и разрядности DS18B20 (разрядность АЦП – 24 бит)

Количество температурных датчиков, шт	Разрядность температурного датчика, бит	Количество пакетов данных в секунду, шт
1	9	30303
1	10	29411
1	11	28571
1	12	27777
2	9	23809
2	10	23255
2	11	22727
2	12	22222
3	9	19607
3	10	19230
3	11	18867
3	12	18518

Как видно из табл. 1, несмотря на увеличение количества температурных датчиков, можно отслеживать показания с большой частотой.

Для получения реограммы, достаточно регистрировать значение сопротивления с интервалом в 2 мс. Полный реографический цикл равен длительности одного сердечного цикла 0,3 – 1,5 с [4].

$$N = \frac{ЧСС}{60 * \tau}, \quad (2)$$

где N – количество регистрации физических показателей, c^{-1} ;

ЧСС – частота сердечных сокращений, min^{-1} ;

τ - интервал измерений, in .

По (3) рассчитаем количество регистрации показаний (N, c^{-1}), для частоты сердечных сокращений (ЧСС) в интервале 40-205 c^{-1} , а интервал (τ, in) принять равным 2 in . Получим $N \approx 330 - 1700 c^{-1}$.

Примененные электронные компоненты обеспечивают необходимую частоту фиксации физических показателей. Специализированная компьютерная система обладает большим потенциалом для масштабирования количества датчиков, при расширении задачи.

Внешний вид устройства представлен на рис. 3 и 4. Устройство реализовано на односторонней печатной плате, при этом физические размеры устройства без корпуса составляют 81,5 x 36,5 x 15 мм, а вес не превышает 25 г. Такие габаритные размеры прибора были получены путем применения электронных компонентов в корпусах для поверхностного монтажа.

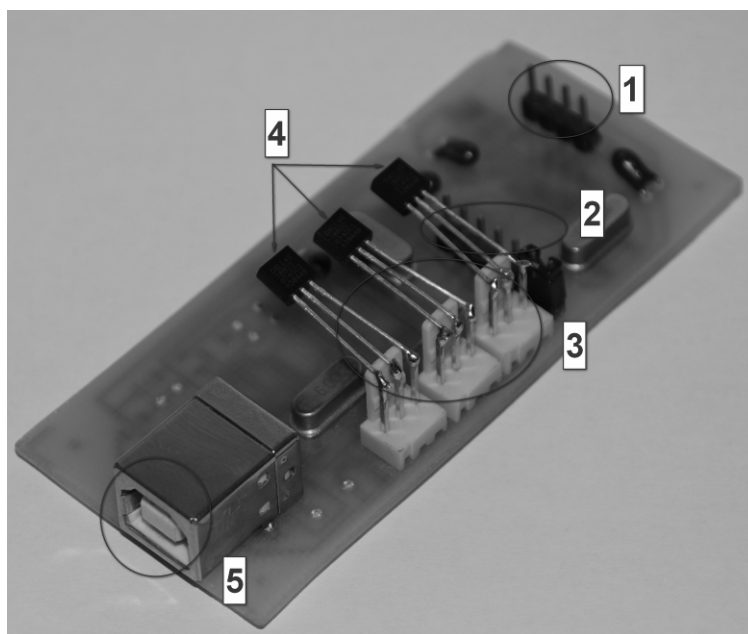


Рисунок 3 □ Печатная плата с разъемами.

Разъемы для подключения электродов (1); программирования микроконтроллера (2); температурных датчиков (3); кабеля USB (5); температурные датчики DS18B20 (4).

При помощи кабеля USB, устройство подключается к ПК. Трех контактный разъем (рис. 3, 3), осуществляет коммутацию температурных датчиков и устройства. К четырех разрядной штыревой вилке подключаются электроды (рис. 3, 1), а к семи разрядной – разъем программатора для отладки работы микроконтроллера (рис. 3, 2).

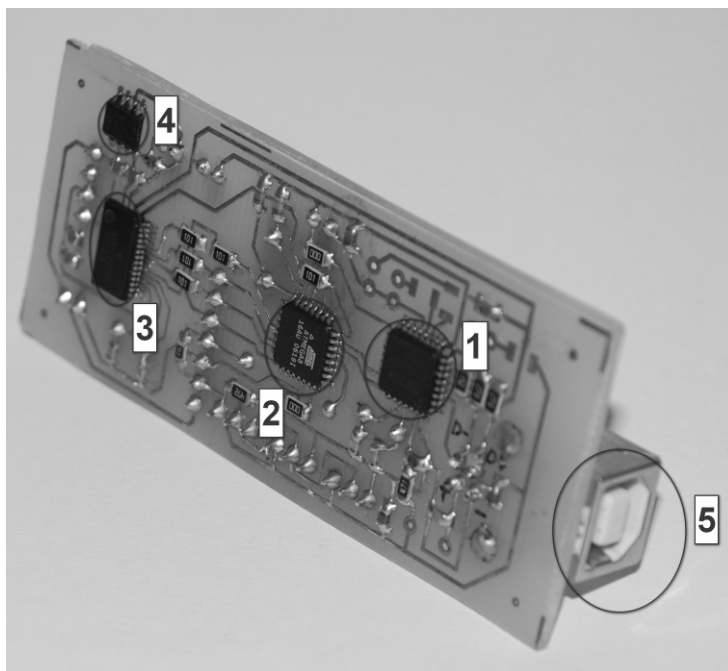


Рисунок 4 □ Печатная плата с электронными компонентами.
Микросхема FT232BM (1); микроконтроллер Atmega8-16AU (2); АЦП ADS1256 (3); источник опорного напряжения Ref192 (4); разъем подключения кабеля USB (5).

Выводы

Разработана СКС, которая позволит регистрировать температуру и сопротивление на участке тела человека в режиме реального времени.

Устройство подключается к человеку и регистрирует данные в то время, как испытуемый отвечает на вопросы вербального компьютерного теста.

Литература

1. Полищук В. И., Терехова Л. Г. Техника и методика реографии. □ М.: Медицина, 1983. □ 176 с.
2. Подколзина В. А. Медицинская физика. □ М.: Медицина, 2007. □ 32 с.
3. Планар. Электронные компоненты. / Интернет-ресурс. □ Режим доступа : www/ URL: <http://www.planar.ru/>
4. Ройтберг Г. Е., Струтынский А. В. Лабораторная и инструментальная диагностика заболеваний внутренних органов. □ М.: Бином, 1999. □ 602 с.