

УДК 621.3.049.77

РАЗРАБОТКА РЕГИСТРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА БИОСИГНАЛОВ

Г.Д. Бейшекеева, Н.О. Таштанбаев, Б.Н. Касымов

Приводится технология разработки устройства регистрации пульса на основе использования микроконтроллеров. В основу измерения сигнала пульса от пальца человека положен метод пальцевой фотоплетизмографии, т. е. исследование отраженного сигнала. При разработке электрической схемы использован микроконтроллер Atmega 8. Загрузка скетча в Arduino Pro Mini осуществлена с помощью программатора USBasp. Разработан макет пульсомера. Методические материалы к нему могут быть использованы в учебном процессе при проведении лабораторных работ в учебной лаборатории "Биофизика" по дисциплине "Экспериментальные методы исследований", а также по технологии изготовления микропроцессорного макета по дисциплине "Программирование микроконтроллеров".

Ключевые слова: микроконтроллер; фотоприемник; пульсомер; программатор USBasp.

БИОСИГНАЛДАРДЫ КАТТООЧУ ТҮЗҮЛҮШТҮ ИШТЕП ЧЫГУУ

Г.Д. Бейшекеева, Н.О. Таштанбаев, Б.Н. Касымов

Бул макалада микроконтроллерлорду пайдалануунун негизинде тамырдын кагышын каттоочу түзүлүштү иштеп чыгуу технологиясы көрсөтүлдү. Адамдын манжасынын тамырынын кагышын өлчөөнүн негизин манжа фотоплетизмография методу, б.а. чагылган сигналды изилдөө методу түзөт. Электр схемасын иштеп чыгууда Atmega 8 микроконтроллеру пайдаланылды. Arduino Pro Miniге скетчти жүктөө USBasp программаторунун жардамы менен ишке ашырылды. Тамырдын кагышын өлчөөчү прибордун макети иштелип чыкты. Ага карата методикалык материалдарды "Изилдөөлөрдүн эксперименталдык методдору" предмети боюнча, ошондой эле "Микроконтроллерлорду программалоо" предметинде микропроцессордук макетти даярдоо технологиясы боюнча "Биофизика" окуу лабораториясында лабораториялык иштерди жүргүзүүдө пайдаланса болот.

Түйүндүү сөздөр: микроконтроллер; фото кабыл алгыч; тамырдын кагышын өлчөөчү прибор; USBasp программатору.

DEVELOPMENT REGISTERED THE DEVICE BIOSIGNALS

G.J. Beishekeeva, N.O. Tashtanbaev, B.N. Kasymov

The article regards the technology of development of the recording device of registration pulse because of using microcontrollers. The basis for measuring the pulse signal from the human finger is based on the method of finger photoplethysmography i.e. the study of the reflected signal. The Atmega 8 microcontroller was used in the development of the electrical circuit. Loading of the sketch in Arduino Pro Mini is carried out by means Of the USBasp programmer. A model of the pulsometer has been developed, methodological materials for it can be used in the educational process during laboratory work in the educational laboratory "Biophysics" for the discipline "Experimental Research Methods", as well as the technology for manufacturing a microprocessor layout for the discipline "Programming Microcontrollers".

Keywords: microcontroller; a photodetector; heart rate monitor; a torus-program USBasp.

Для сохранения и укрепления своего здоровья человек должен вести здоровый образ жизни, заниматься физической культурой с постоянным учетом своих жизненно важных показателей, одним из которых является артериальное давление. Самым доступным показателем является измерение пульса человека – частоты

ударов пульса кровеносных сосудов пальца человека. В медицинской технике существует метод фотоплетизмографии, который основан на изучении поглощения света, который проходит через исследуемый участок ткани с пульсирующей кровью [1].

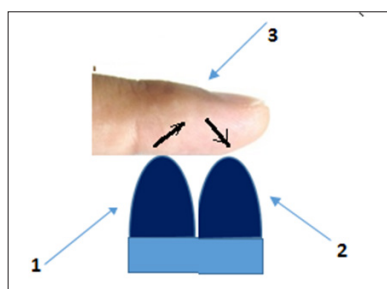


Рисунок 1 – Основы метода:

1 – ИК светодиод, 2 – фотодиод, 3 – кончик пальца

В настоящее время в медицинскую практику внедряются новые профилактические методы, которые создают условия для активизации исследований новых медицинских технологий, позволяющих создавать универсальные диагностические средства. Существующие высокотехнологичные средства очень дороги, и предназначены для массового применения в медицинских и крупных лечебных учреждениях, где они используются в ходе лечения больных, а не для профилактики здоровых.

С появлением микроконтроллерных технологий, цифрового оборудования, сенсорных датчиков появилась возможность создавать регистрирующие устройства, которые измеряют частоту сигнала пульса от пальца человека [2].

При разработке подобных устройств используются готовые микропроцессорные платы и сенсоры, которые позволяют создавать простые устройства регистрации пульса [3, 4].

Цель работы – создание устройства для регистрации пульса человека методом фотоплетизмографии с использованием микроконтроллера Atmega 8 и среды Arduino Pro Mini с применением программатора USBasp.

На рисунке 1 приведена схема работы датчика, позволяющего измерять пульс. Датчик состоит из инфракрасного светодиода 1, передающего ИК сигнал на палец человека, а фотодиод 2 принимает отраженный от клеток крови сигнал из пальца 3. Они расположены близко друг к другу. Данная схема является одной из видов реализации метода фотоплетизмографии.

В нашем случае источник света и фотоприемник располагаются рядом, а информацию о пульсе дает отраженный сигнал. Сила отраженного сигнала изменяется в зависимости от объема крови пальца, когда с каждым ударом

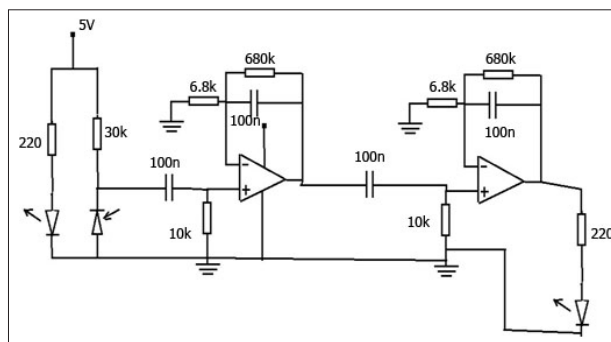


Рисунок 2 – Принципиальная схема измерительной системы

сердца меняется интенсивность отраженного ИК сигнала, что фиксируется фотодиодом.

Полученный таким образом сигнал имеет очень маленькую силу, поэтому электрическая схема усиливает его и фильтрует при помощи операционного усилителя (рисунок 2). Обработанный сигнал при помощи микроконтроллера Atmega 8 подается на экран дисплея (рисунок 3).

Принципиальная схема. Схема усиливающего сигнала основана на двух идентичных активных фильтрах нижних частот, с частотой среза около 2,5 Гц. Это позволяет измерять максимальное значение пульса в 150 ударов в минуту. Операционный усилитель, используемый в схеме MCP602 – сдвоенный операционный усилитель, работающий от однополярного источника напряжения. Выходной сигнал имеет размах, равный напряжению питания. Фильтрация сигнала необходима для блокирования высокочастотного шума.

Коэффициент усиления каждой ступени равен 101, а итоговое усиление – 10000. Входной конденсатор каждой ступени необходим для блокирования постоянной составляющей сигнала. Выражения для расчета коэффициента усиления и частоты среза фильтра приведены на рисунке 2. Такая схема обладает достаточными возможностями для повышения уровня сигнала с фотодиода, его фильтрации и преобразования в импульсы для дальнейшего подсчета микроконтроллером.

Управление, подсчет импульсов и вычисления, вывод измеренного значения выполняет микроконтроллер PIC16F628A. Микроконтроллер работает на тактовой частоте 4 МГц, в качестве источника тактовой частоты применен кварцевый резонатор. Кнопка “Start” подключена к порту RB7 (вывод 13 микроконтроллера).

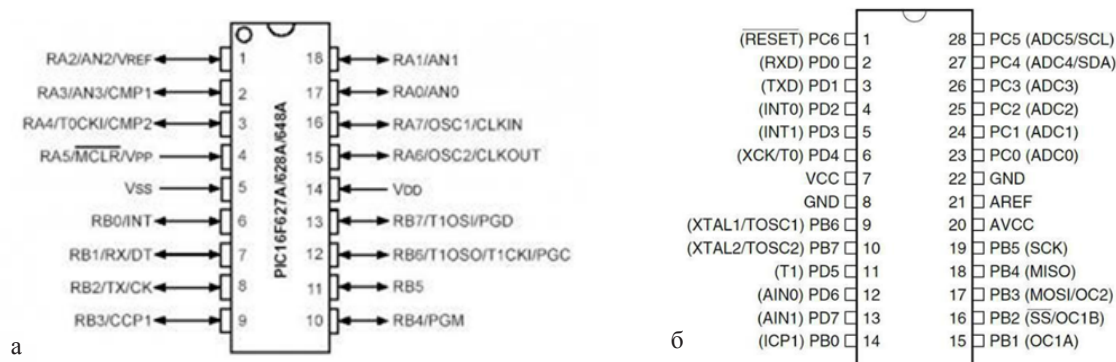


Рисунок 3 – Назначение выводов микроконтроллера а – PIC16F628A; б – Atmega 8

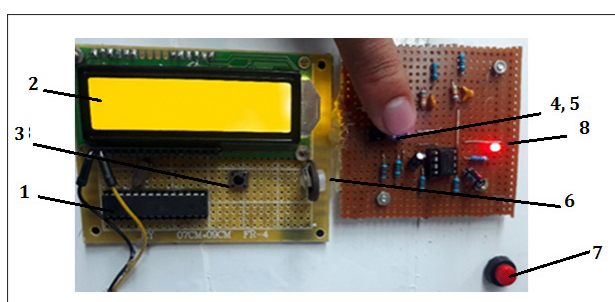


Рисунок 4 – Плата регистрирующего устройства: 1 – микроконтроллер; 2 – LCD дисплей; 4, 5 – пара лампочек; 7 – кнопка для запуска; 8 – сигнальная лампа

Измеренный сигнал отображается на экране дисплея при помощи микроконтроллера Atmega 8. Величина пульса по окончании измерения отображается на экране. Для сброса результатов необходимо нажать на кнопку “Clear”.

Метод непрерывной графической регистрации изменений объема крови, отражающих динамику кровенаполнения сосудов исследуемых органов, части тела человека или животного, основанного на измерении оптической плотности, представляет собой схему и конструкцию ИК датчика для определения частоты пульса по изменению объема крови в артерии пальца.

Согласно схеме собирается плата, которое представлено на рисунке 4. Работа схемы осуществляется в автономном режиме.

Программа записана в память микроконтроллера, имеет следующий вид:

```
#define IR_LED 12
#define PIN_LED 13
#define PIN_IN 11
#define TIME_F 10
```

```
#define TIME_OUT 2000
#define C_I 10
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(IR_LED,OUTPUT);
  pinMode(PIN_LED,OUTPUT);
  pinMode(PIN_IN,INPUT);
  digitalWrite(IR_LED,HIGH);
  delay(500);}
void loop() {
  Serial.println(pulseMin()); }
long pulsGet()
{
  unsigned long timE = millis();
  digitalWrite(IR_LED,HIGH);
  while((digitalRead(PIN_IN)==LOW)&&millis()-timE<TIME_OUT);
  if(digitalRead(PIN_IN)==HIGH)
  {
    timE = millis()-timE;
    if(timE>0)
    return timE;
    while(digitalRead(PIN_IN)==HIGH);
    timE = millis(); }
  return -2; }
int pulseMin()
{
  long summa=0;
  int d =0;
  long mas[C_I]={0,0,0,0,0,0,0,0};
  while(d<C_I)
  {
    if(pulsGet(<0)
    {
      mas[d]=pulsGet();
      d++;
```

```
}}  
for(int i=0;i<C_I;i++)  
{  
summa = summa+mas[i];  
} return 60000*10/summa.
```

Выводы. Разработанный макет пульсомера и методические материалы к нему могут быть использованы в учебном процессе при проведении лабораторных работ в учебной лаборатории “Биофизика” по дисциплине “Экспериментальные методы исследований”, а также по технологии изготовления микропроцессорного макета по дисциплине “Программирование микроконтроллеров”.

Литература

1. Федотов А.А. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга / А.А. Федотов, С.А. Акулов. М.: Радио и связь, 2013. 248 с.
2. Зайцев О.О. Очерки пульсовой диагностики: Техника, синдромология, лечение / О.О. Зайцев. Кишинев: Картя Молдовиняскэ, 1991. 140 с.
3. Евстигнеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Tiny и Mega фирмы Atmel / А.В. Евстигнеев. М.: Изд. дом “Додэка-XXI”, 2008 .
4. Программирование микроконтроллеров ATMEЛ на языке С. / В.С. Прокопенко. СПб.: МК-Пресс, 2012.