

**УЕБ-БАЗИРАНА СИСТЕМА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ЧОВЕШКИ СЪРДЕЧЕН РИТЪМ****WEB-BASED SYSTEM FOR MEASURING THE HUMAN HEART RATE****Искрен Кандов\***  
ТУ - Габрово**Горан Горанов**  
ТУ - Габрово**Гергана Миронова**  
ТУ - Габрово**Бранимир Петров**  
ТУ - Габрово**Венелина Тодорова**  
Медицински университет Плевен

Статията е постъпила на 09 януари 2017 г.; приета за отпечатване на 12 януари 2017 г.

**Abstract**

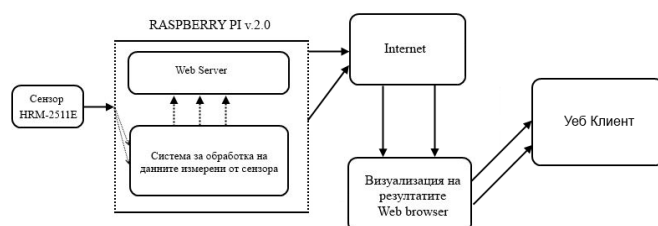
Innovative methods for measuring the heartbeat allow development of systems for remote monitoring and thereby a doctor can observe a large number of patients simultaneously without attending in person. In this way can avoid deterioration of health in case the measured values of heart rate.

**Keywords:** Raspberry Pi, Heart rate, Web-based systems.**ВЪВЕДЕНИЕ**

Измерването на човешкият сърдечен ритъм или т.н. човешки пулс както и определянето на неговите качества, представлява артериално туптене предизвикано от честотата на контракциите на лявата сърдечна камера. Основен метод за правилното отчитане на сърдечният ритъм е притискане на артерия към кост, като се отчита броя на сърдечното туптене за една минута. Друг използван метод е свойството на човешката тъкан за пропускане на светлина и по-точно промяната на интензитета на пропуснатата светлина при промяна на пулсирането на кръвта.

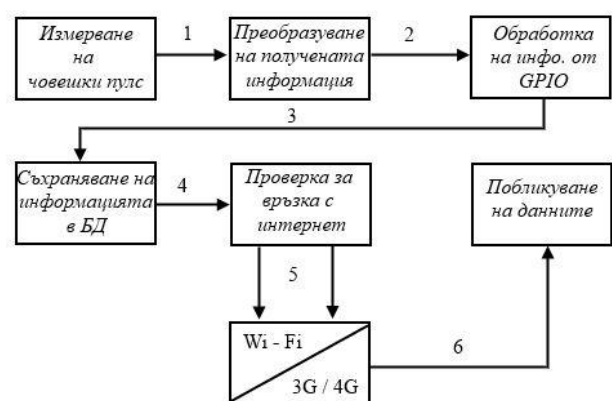
Докато при метода с притискане за измерване е необходимо присъствие на медицинско лице, то при вторият метод не е необходимо присъствие и измерването може да се извърши от разстояние.

Предлага се Уеб-базирана система за измерване на човешки сърдечен ритъм базирана на Raspberry Pi и сензор за измерване на пропускателната способност на тъканта.

**ИЗЛОЖЕНИЕ****Фиг. 1.** Блокова схема

В основата на тази система е възможността на едно медицинско лице от разстояние да следи сърдечните показатели на повече от един човек с цел превенция и предотвратяване на последващи затруднения. Блоковата схема на Уеб-базираната за измерване на човешки пулс система е представена на фиг. 1

Последователността на работа на системата е представена на фиг. 2.

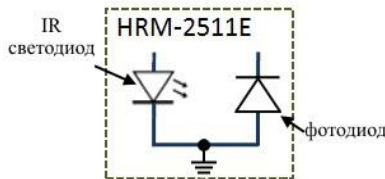
**Фиг.2.** Последователност на работа на системата

За измерването на сърдечният ритъм се използва сензор от типа HRM-2511E. Сензора работи като измерва интензитета на IR лъчи преминали през човешката тъкан. На фиг. 3 е представено съдържанието на сензора. Състои се от IR светодиода използван за излъчвател

\*E-mail: iskren.kandov@gmail.com

на IR лъчи, и фотодиод – който измерва не погълнатите от тъканта лъчи.

Пропуснатият брой на IR лъчите се определя от обема на кръвта в тъканта. Най-често такива сензори се поставят на пръст на ръката, което е породено от по-малката обща измервателна площ а от там се намалява и времето за измерване.



Фиг. 3. Сензор HRM – 2511E

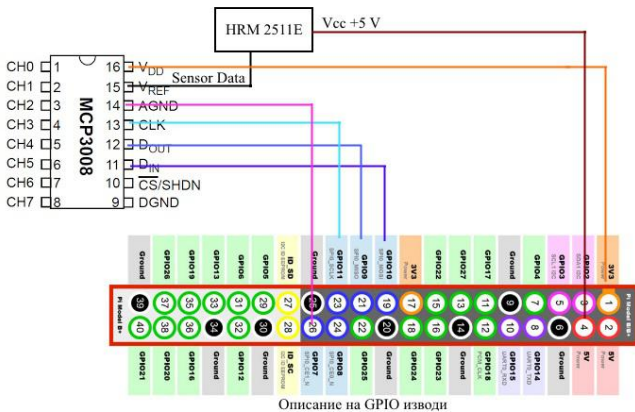
Резултата от измерването трябва да бъде преработен за постигане на желаната точност, и по-точно отсяване на полезният от смущаващият сигнал.

Поради липсата на аналогови входове на Raspberry Pi 2 е необходимо преобразуването на измерената стойност от сензора. Използва се 8 канален, 10 битов аналогово-цифров преобразувател от типа MCP 3008, като за предаване на информация се използва SPI интерфейс вграден в преобразувателя.

SPI използва 4 канална комуникация – Dout (изходната информация от MCP 3008), CLK (синхронизация или часовник), Din (информацията от Raspberry Pi) и CS (Chip select).

Съвкупността на GPIO изводите на Raspberry Pi и MCP3008 са основата на системата за обработката на данните измерени от сензора.

На фиг. 4 е представено свързването между отделните модули, или връзката на сензора с АЦП-то и изводите на Raspberry Pi.



Фиг. 4. Свързване между отделните модули

За да е възможно публикуването на данните в интернет е необходимо конфигурирането на Raspberry Pi за работа като Web server, както и постоянна връзка с интернет.

В зависимост от това дали измерването ще се осъществява на едно и също място или човека на който се измерва сърдечният ритъм е в движение са представени два различни метода за публикуване на измерените стойности в интернет.

### Конфигуриране на Raspberry PI

За да работи като Уеб сървър е необходимо инсталирането на няколко отделни програмни пакети.

- Apache web
- MySQL database
- PHP module
- Python update

Apache е популярен безплатен уеб сървър, който позволява на Raspberry да обслужва уеб страници. Сам по себе си, Apache може да обработва HTML файлове през HTTP, и с допълнителни модули може да обработва и на динамични уеб страници с помощта на скриптов езици. За инсталиране на Apache уеб върху Raspberry PI се използва следната команда:

```
sudo apt-get install apache2 -y
```

По подразбиране, Apache поставя тестов HTML файл в уеб директорията (WWW). Самата уеб директория както и index.html файл са собственост на администратор, което ограничава първоначалното им ползване. За да се редактира файла, трябва да сме притежатели на администраторски права.

За обработване на динамични уеб страници е необходимо поддържане на скриптов езици.

Инсталирането на PHP ще позволи на Apache Web сървър да обработи динамичните PHP файлове. Инсталират се PHP5 и модула PHP5 за Apache.

```
sudo apt-get install php5 libapache2-mod-php5 -y
```

След инсталацията е необходима промяна на разширението на поддържаните файлове от .html на .php

```
sudo mv index.html index.php
```

Използването на база от данни за съхраняване на информация допълнително увеличава възможностите на уеб приложенията.

Инсталиране на MySQL сървър е най-често използваният SQL сървър и е за предпочитане през SQL Lite поради по-лесната си инсталация, лесна настройка. Поддържа също управление на броя потребители както и техните права върху базата. MySQL може да се използва в клиент-сървър архитектури, където клиент на базата данни трябва да има достъп до базата данни от разстояние.

Инсталирането и връзката на MySQL с PHP се извършва чрез следните команди:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install mysql-server
```

Връзка на MySQL с PHP

```
sudo apt-get install php-mysql
```

За използване на GPIO входовете на Raspberry Pi е необходимо тяхното предварително конфигуриране. Те представляват входно-изходни изводи с общо предназначение. Изпълняват се следните команди:

```
sudo modprobe w1-gpio
sudo modprobe w1-therm
cd /sys/bus/w1/devices/
ls
```

След въвеждане на "ls" команда на екрана ще се появят номерата на използваните GPIO изводи. Необходи-

димо е да се посочат номерата на използваните изводи, както и дали ще бъдат конфигурирани като входи или изходи. За обработване на информацията от GPIO се използва Python скрипт, който лесно се интегрира в PHP файла. Използва се функция `shell_exec()` – като по-голям начин PHP изпълнява даденият скрипт.

Настройка на Raspberry за безжична Wi-Fi връзка с чрез Wi-Fi модул. Не се изисква допълнителен софтуер, като всичко необходимо е включено в Raspberry Pi. За връзка към Wi-Fi мрежа е необходимо извършване на сканиране. Изпълнява се следната команда:

```
sudo iwlist wlan0 scan
```

Изпълнението на тази команда ще генерира списък на всички налични Wi-Fi мрежи. Списъкът ще съдържа ESSID и IE: IEEE 802.11i / WPA2.

ESSID е името на мрежата, а WPA2 е типа на използваната защита за достъп.

За автоматична връзка на Raspberry Pi с дадената мрежа е необходимо да се добавят мрежовите детайли, като и име и парола за достъп. Това се задава ръчно в допълнителен конфигурационен файл:

```
sudo nano /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
```

На последният ред на конфигурационния файл се намират и данните за мрежата:

```
network = { ssid="Admin_network" psk="1234pass" }
```

### **Разработване на Уеб базирания система**

Динамична уеб система изградена на базата на HTML и PHP, като за съхраняване на информацията от сензора за измерване на сърдечният ритъм се използва MySQL база от данни.

Създава се база от данни, както и потребител който да я използва, като предварително се дефинират неговите права.

```
$ mysql -u root -p
mysql> CREATE DATABASE system
mysql> USE system
mysql> CREATE USER 'user_system'@'localhost'
IDENTIFIED BY '12344pass';
mysql> GRANT ALL PRIVILEGES ON temps.* TO
'user_system'@'localhost'
mysql> FLUSH PRIVILEGES;
mysql> quit
```

Всяка база от данни е изградена от таблици съдържащи в себе си редове и колони. Имената на колоните определят типа на информацията която ще се съдържа, а редовете са броя на осъществените измервания.

```
$sql = "CREATE TABLE web-sys
(
id INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
PRIMARY KEY(id),
pulse INT(100),
date DATETIME(),
time varchar(500)
);"
```

След създаването и конфигурирането на базата от данни, е необходимо измерената и преобразувана от

АЦП-то информация за сърдечният ритъм да се прочете и обработи от GPIO изводите на Raspberry Pi. Използва се програмен код написан на Python, който после ще се интегрира и обработи чрез PHP команда.

Конфигурират се GPIO изводите за SPI комуникация, като се определят както номерата на използваните изводи така и тяхното предназначение:

```
SPICLK = 18      GPIO .setup(SPICLK, GPIO.OUT)
SPIMISO = 21     GPIO .setup(SPIMOSO, GPIO.OUT)
SPIMOSI = 23     GPIO .setup(SPIMOSI, GPIO.IN)
SPICS = 26       GPIO .setup(SPICS, GPIO.OUT)
```

Изпълнението на скрипта се определя от получаващото на първата измерена стойност от сензора. Информацията се запамята на различни променливи, които се дефинират чрез PHP. Информацията от STDOUT представлява стойността на измереният сърдечен ритъм. Нейната стойност се присвоява от променлива за да може да се вмъкне за съхранение в таблицата на базата от данни. Стойността на която съхранява променливата е временна, като при постъпване на нова такава, старата се изтрива и новата се присвоява.

```
$info = SPIMISO,21 ; // присвоява стойността
$date = getdate(); // взема датата от компютъра
$time = getdate("h:i:sa"); // час, минути и секунди
INSERT INTO web-sys (pulse, date, time)
VALUES ($info,$date, $time);
```

Колоната "id" е зададена като auto increment, така че нейната стойност ще се увеличава с всеки нов запис. Стойността на полето е уникална като се цели избягване на записи с еднакви стойности по първичен ключ. Колоната "pulse" е тип integer, и ще съдържа числовите стойности на измереният сърдечен ритъм. В полетата "data" и "time" ще се съдържа информация за деня, както и точният час на измерването. Стойностите на тези полета ще се използват за филтриране и селектиране на резултатите.

Измерванията се извършват време от  $t_{изм}=15s$ , което означава, че за да се получат коректни резултати измерени за 60 секунди, те трябва да се умножат по константа която в конкретния случай е  $K_f = 4$ . Времето за измерване, както и константата могат да се променят за различните измервания, без да оказват влияние на предишните измерени резултати.

Уеб интерфейса е проектиран за лесна употреба от потребителите. Използват се HTML и CSS за оформяне на дизайна, а за извличане на информацията съхранена в базата от данни, се използва PHP команди. Използвайки цикъла "while", можем да проверяваме наличието на нови редове в таблицата в базата, и при наличието им, можем да ги визуализираме като резултати от измерванията.

```
<?php
$system = mysql_query ("SELECT * FROM web-sys");
while ($result = mysql_fetch_array ($system)){
$info_s = echo $result['pulse'];
$date_s = echo $result['date'];
$time_s = echo $result['time'];
} ?>
```

Визуализирането се осъществява чрез уеб браузър, като измерените стойности на сърдечният ритъм ще се

визуализират, до тогава, докато има реални записи в базата от данни.

На фиг. 5 е представен основният изглед на уеб базираната система за измерване на човешки сърдечен ритъм.



Фиг. 5. Основен изглед на Уеб базираната система

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уеб базираната система за измерване на човешки сърдечен ритъм позволява следене на сърдечният ритъм на човек от разстояние, като записва всички измерени стойности. Системата е малка по-размер и може да се захранва от батериен източник за по-висока мобилност.

По този начин едно медицинско лице може постоянно да следи изменението на сърдечният ритъм и то не само на един потребител. Това е предпоставка за алармиране при откриване на изменения в стойностите както и превенция от здравословни усложнения.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kandov, I., A. Aleksandrov., G. Goranov. Web-based system for monitoring gasoline generator. - Scientific Forum Challenges in Engineering and Information Science 2015 (CISE2015), Sinaia, Rumania. 25 – 27 June, ISBN 978-954-8483-35-3 (стр. 32 – 34).
- [2] Кандов, И., А. Александров., Г. Горанов. Система за измерване разхода на вода базирана на сензор на Хол. - Journal of the Technical University of Gabrovo, Брой 51 на Известия на ТУ-Габрово 2015г. ISSN 1310 – 6686
- [3] Kandov, I., Aleksandrov, A., Goranov, G., Kanev, J., Web based system for control and measure parameters of sensor network. - Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 2014 , vol., no., pp.1-4, 11-13 Sept. 2014
- [4] Sinkevich, Andrey A., R. Paul Lawson, 2005: A Survey of Temperature Measurements in Convective Clouds. J. Appl. Meteor., 44, 1133–1145
- [5] Kandov, I. Experimental model of low power NAS and Cloud drive based on Raspberry Pi. – Balkan journal of electrical & computer engineering, 2014, vol.3, no.1 ISSN 2147-284X (стр. 2 – 4)
- [6] <http://www.instructables.com/id/Web-Control-of-Raspberry-Pi-GPIO/> December 2016.