

ЭЛЕКТРОННЫЙ ИНДИКАТОР ГИПОГЛИКЕМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Соколов Д.А.

Первомайский р – н Тамбовской области, МБОУ Первомайская СОШ, 9 «А» класс

Научный руководитель: Соколов А.Е., Первомайский р – н Тамбовской области, учитель физики МБОУ Первомайской СОШ

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте II Международного конкурса научно – исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school – science. ru/2017/11/27041>

Современные приборы медицинского клинического контроля за состоянием больного – довольно сложные и дорогие приборы. Например, портативный прибор, представленный ниже, один из самых дешевых.

Ввиду этого в наши дни остается актуальным вопрос о разработке простых и в то же время надежных электронных приборов, служащих для клинического мониторинга экстремальных ситуаций.

Одной из самых распространенных болезней, которая может доставить большие неприятности, является сахарный диабет. Одной из экстремальных ситуаций, сопровождающих данную болезнь, является гипогликемия. Гипогликемия – резкое снижение глюкозы в крови, что выражается в резком ухудшении самочувствии больного, вплоть до состояния гипогликемической комы.

Особенно вышесказанное весьма актуально в случае контроля состояния больных маленьких детей и лиц пожилого возраста, как в домашних условиях, так и в больнице.

На основании вышеизложенного, мной были сформулированы следующие цели и задачи.

Цель работы: сконструировать и изготовить недорогой индикатор состояния гипогликемического криза для больных сахарным диабетом.

Задачи:

1. Изучить и проанализировать литературу и информационные источники в сети Интернет о сахарном диабете и симптомах гипогликемического криза.

2. На основе симптомов криза выбрать физические параметры тела человека для дальнейших исследований.

3. На основе проведенных исследований разработать, сконструировать, настроить и апробировать индикатор состояния гипогликемического криза.

4. Написать программу для выполнения работы.

5. Провести настройку компьютера и программного обеспечения для выполнения работы.

Объект исследования: тело человека, больного сахарным диабетом.

Предмет исследования: сопротивление поверхностного слоя кожи человека, как один из электрических параметров, сигнализирующих о состоянии самочувствия больного.

Теоретическая значимость работы определяется тем, что полученные результаты позволяют выбрать оптимальные параметры радиоэлементов при разработке прибора.

Практическая значимость работы заключается в том, что позволяет создать достаточно простой и недорогой индикатор состояния больного, вовремя предупреждающий человека о недопустимом снижении сахара в крови.

Из всех симптомов мной была выбрана обильная потливость, как одна из объективных характеристик, легко поддающихся измерению. Дело в том, что кожа человека является проводником электрического тока и ее сопротивление зависит от влажности поверхности кожи. При обильном потоотделении сопротивление поверхности кожи резко уменьшается. Это состояние можно зафиксировать с помощью электронного устройства и выдать сигнал тревоги о приближающейся гипогликемии. Достаточно измерить сопротивление кожи человека при разных состояниях влажности кожи и самочувствия человека и определить субъективный порог включения тревоги. По этому порогу рассчитать значения радиоэлементов для создаваемого электронного устройства.

Экспериментальная часть

Экспериментальная часть проводилась с самодельным датчиком влажности дома у моего дедушки Епифанова Анатолия Дмитриевича, страдающего сахарным диабе-

том, а также в кабинете №52 корпуса №1 и дома в декабре 2015 года.

Методика проведения эксперимента

Материалы и оборудование: паяльник, принтер, утюг, раствор хлорного железа, фольгированный текстолит, радиодетали, мультиметр DT9202A, компьютер, плата Arduino, USB – кабель, программное обеспечение Arduino.

1. Определение сопротивления поверхностного слоя кожи в различных состояниях потоотделения. Измерения проводились с помощью мультиметра DT9202A в режиме омметра. В ходе измерений определялось сопротивление самодельного датчика влажности, закрепленного на внешней стороне запястья. Результаты представлены ниже:

Состояние кожи	Сухая	Слегка влажная	Обильное потоотделение
Состояние больного	хорошее	удовлетворительное	резкое недомогание
Сопротивление, МОм	более 2	от 0,5 до 1	ниже 0,5 МОм

2. Изготовление датчика влажности. Датчик влажности (рис. 3) из себя представляет «лесенку» из проводников на фольгированном текстолите. Лесенка нужна только для лучшего контакта с телом человека (крепится на запястье) и захвата большей площади, т. к. потоотделение неравномерно.

На обратной стороне датчика (плата с двусторонней фольгой) находится схема формирования сигнала (рис. 4) на логическом элементе «НЕ» (инвертор сигнала), входящего в состав микросхемы K564ЛН2. В состав данной микросхемы входит 6 инверторов с высокоомным входом. [4] В нашем устройстве используется пока один.

Формирователь сигнала работает следующим образом:

Пока датчик влажности сухой на выводе 1 микросхемы сигнал высокого уровня, а на выходе низкого (инвертор преобразует сигнал на противоположный). Как только датчик становится влажным, его сопротивление уменьшается, на выводе 1 сигнал с высокого меняется на низкий, а на выходе микросхемы с низкого на высокий. Теперь этот высокий сигнал можно подать на вход программируемой платы Arduino и обработать в соответствии с программой, записанной в микроконтроллер Arduino. Подстроечным резистором в 1Мом можно регулировать чувствительность схемы.

Плата изготовлена методом ЛУТ (лазерно – утюжной технологии). [5]

1. Для написания программы сначала был разработан алгоритм ее работы.

2. Ниже приводится код программы (скетч), написанный на языке Wiring (по сути – урезанный язык C++ и заточенный под Arduino). Перевести алгоритм программы на синтаксис данного языка не составило труда, т. к. его основные команды хорошо описаны в [6].

```
int inPin=4; //назначаем переменную inPin и присваиваем ей значение 4
int value=0; //назначаем переменную value и присваиваем ей значение 0
int sound=11; //назначаем переменную sound и присваиваем ей значение 11
void setup() {
  pinMode(13,OUTPUT); //конфигурируем порт 13 как выход
  pinMode(inPin,INPUT); //конфигурируем порт 4 как вход
  pinMode(sound,OUTPUT); //конфигурируем порт 11 как выход
}
void loop() {
  value=digitalRead(inPin); //считываем значение с порта 4 и присваиваем это значение переменной value
  if (value==HIGH) //если значение value высокого уровня, то выполняем нижеследующие команды
  {
    digitalWrite(13, HIGH); // зажигаем светодиод на порту 13
    delay(300); // ждем 300 миллисекунд
    digitalWrite(13, LOW); // выключаем светодиод
    delay(300); // ждем 300 миллисекунд
    tone(sound, 800); // включаем пьезоизлучатель на порту 11 с частотой звука 800Гц
    delay(150); //ждем 150 миллисекунд
    noTone(sound); //выключаем пьезоизлучатель
    delay(150); //ждем 150 миллисекунд
  }
  else //иначе
  {
    digitalWrite(13, LOW); //светодиод выключен
    noTone(sound); //пьезоизлучатель отключен
  }
}
```

3. Установка и настройка программного обеспечения.

На компьютер были установлены программное обеспечение и среда программирования Arduino. Подключена плата Arduino. После этого были установлены драйвера, реализующие протокол передачи

данных с USB выхода Arduino в USB – порт компьютера. После этого произведена настройка виртуального COM – порта по скорости передачи данных (рис. 6)

Проверка работы датчика, прошивка микроконтроллера на плате Arduino и проверка работоспособности устройства.

Как залить скетч в Arduino и как работает устройство можно посмотреть на видео в прилагемом к работе CD – диске или здесь https://youtu.be/eu8e_3mJF-s [7]. Устройство показало устойчивую и стабильную работу.

Получение и обработка результатов эксперимента.

Результаты работы оценивались исключительно субъективно по состоянию больного и его отзывам. Отзывы были получены только положительные, хотя иногда отмечались редкие ложные срабатывания датчика, которые устранялись настройкой формирователя сигнала с помощью подстроечного резистора.

Выводы

1. Устройство получилось достаточно простым и надежным.
2. Эксплуатация устройства показала, что ложные срабатывания достаточно легко устранить индивидуальной подстройкой.
3. По сравнению с изделиями, продаваемыми через интернет или в аптеках и специализированных магазинах, устройство получилось на порядок дешевле.

Заключение

На основании проведенного исследования разработаны следующие рекомендации.

1. Желательно улучшить эргономику и компоновку устройства.
2. Заменить источник питания на аккумулятор и разработать зарядное устройство для него.
3. Оснастить устройство дополнительно датчиком температуры тела и соответственно переработать программу прошивки микроконтроллера на плате Arduino.