

Беспроводная тревожная сигнализация

на базе системы пульсометрии

Классические «тревожные кнопки» уже довольно давно стоят на страже безопасности как сотрудников охранных организаций, так и граждан. В данной статье предлагается способ усовершенствования данного типа оборудования путем включения в него системы пульсометрии, позволяющей, с одной стороны, автоматизировать процесс вызова службы быстрого реагирования, а с другой — существенно расширить функциональность столь, казалось бы, незатейливого устройства.

Сергей Завгородний
sergey.zavg@gmail.com

Система тревожной сигнализации (так называемая «тревожная кнопка») обычно устанавливается в помещениях с целью оповещения о вооруженном нападении преступников на организации и предприятия. После нажатия сотрудником на специальную кнопку или педаль сигнал о нападении передается по телефонной линии или через сеть сотовой связи службам собственной безопасности, группам быстрого реагирования или сотрудникам органов внутренних дел. Беспроводные «тревожные кнопки» также можно применять и в целях обеспечения личной безопасности, например при перемещении по городу в ночное время или в районах с повышенной криминальной обстановкой.

Однако подобные устройства имеют серьезный недостаток. Не всегда, находясь в состоянии сильного стресса в быстро меняющейся экстремальной обстановке, потерпевший успеет нажать кнопку тревожной сигнализации. Кроме того, злоумышленники могут физически изолировать сотрудника организации или службы охраны от «тревожной кнопки». Еще сложнее сориентироваться и нащупать в кармане «тревожный брелок» жертве внезапного уличного нападения, особенно в ночное время.

Предлагаемый в статье вариант технической модификации дистанционной системы тревожной сигнализации существенно снижает риск неполучения сигнала о происшествии службами безопасности. Конструктивно «тревожная кнопка» нового поколения должна быть выполнена в виде браслета, опоясывающего запястье, и помимо присущих традиционным средствам GSM-охраны и трекерам модуля GSM и GPS/ГЛОНАСС содержать также систему измерения пульса. Индикация сердечных сокращений обеспечивается либо съемом одноканальной электрокардиограммы с двух эластичных электродов из проводящей резины, расположенных на внутренней стороне «браслета безопасности»,

либо съемом показаний с оптического датчика, расположенного на пальце.

Таким образом, модифицированная «тревожная кнопка» включает в себя функциональность беспроводных пульсометров (приборов, измеряющих пульс человека), широко используемых при занятии физическими упражнениями и спортом. Такие приборы позволяют эффективно отслеживать параметры по выполненным упражнениям и сравнивать результаты с запланированными. В нашем же применении фиксация резкого скачка пульса, связанного с впрыском в кровь адреналина и являющегося рефлекторной реакцией человеческого организма на экстремальную ситуацию, позволит автоматизировать процесс вызова силовых служб.

Помимо описанного выше варианта использования, модифицированная система тревожной сигнализации имеет целый ряд прочих, не менее полезных применений. В частности, устройство может использоваться как классический пульсометр, позволяющий изучать динамику физиологических показателей организма в процессе спортивных тренировок и с ее учетом оптимизировать индивидуальную программу физических упражнений. Кроме того, система показателей вариабельности сердечного ритма, вычисляемых в процессе работы прибора, является мощным инструментом диагностики функционального и психоэмоционального состояния человека. Существующие математические методы анализа сердечной вариабельности позволяют эффективно идентифицировать степень эмоционального перевозбуждения, психического утомления и перенапряжения, степень загруженности монотонной работой [3], а также оценить адаптационный потенциал организма и риск возникновения заболеваний [1]. Наконец, беспроводная «тревожная кнопка», оснащенная комплексом измерения и анализа частоты сердечных сокращений человека, может

использоваться не только в целях автоматизации вызова силовых служб при экстремальной ситуации, но и для автоматического вызова неотложной помощи при острых приступах сердечно-сосудистых заболеваний у людей, относящихся к группе риска.

Таким образом, предлагаемое устройство обладает чрезвычайно богатой функциональностью и открывает широкие возможности для дальнейшей модификации и совершенствования. Основные сферы применения GSM-«тревожной кнопки»:

- в качестве средства безопасности:
 - при охране объектов (банков, магазинов, офисов, торговых и складских помещений, зданий и сооружений);
 - при перевозке ценных грузов и дорогостоящего оборудования
 - для безопасности сотрудников банков, «дальнейбойщиков» и людей прочих «опасных» профессий, детей, школьников, пожилых людей вне дома;
 - для личной безопасности (в ночное время, в опасных районах).
- в качестве биомедицинского измерительного прибора:
 - в фитнес-клубах или тренажерных залах;
 - на пеших и велосипедных прогулках, при беге трусцой, гребле;
 - для анализа и экспресс-диагностики общего функционального и психоэмоционального состояния человека;
 - для автоматического вызова неотложной помощи при острых приступах сердечно-сосудистых заболеваний.

Целевая аудитория устройства: охранные фирмы, предприятия, осуществляющие установку и пуско-наладку охранных систем, банки, транспортные компании, фитнес-центры, поликлиники и больницы, рядовые граждане. Опытно-конструкторская разработка заключается в проектировании аналоговой части системы пульсометрии и интеграции функциональных цифровых электронных модулей (GSM, GPS/ГЛОНАСС) в законченное схемотехническое решение. Основой описанного аппаратного решения является электронный кардиомонитор.

В настоящее время в серийных кардиомониторах реализовано несколько различных способов измерения пульса. Большинство современных электронных пульсометров (Polar, Suunto и т. д.) конструктивно состоят

из двух отдельных частей: нагрудного пояса, оснащенного измерительными электродами, и наручных часов, визуализирующих частоту сердечных сокращений и ее производные показатели. Связь между поясом, реализующим измерение одноканальной ЭКГ, и наручными часами-компьютером осуществляется по беспроводному радиоинтерфейсу. Подобный способ измерения обеспечивает высокую точность, однако приносит дополнительные неудобства: требуется постоянно носить нагрудный измерительный пояс, причиняющий дискомфорт и сковывающий движения.

Второй метод измерения пульса предполагает кратковременное прикосновение к электродам большими пальцами правой и левой руки и по своей технологической сути не подразумевает непрерывного кардиомониторинга.

Кроме того, нередко производители систем измерения пульса используют оптические пальцевые сенсоры, состоящие из пары светодиод-фотодиод (фототранзистор). Измерение, основанное на оптическом методе, обладает исключительной помехоустойчивостью и точностью, однако требует постоянного ношения датчика на пальце человека. Альтернативным вариантом пальцевого датчика является оптический датчик-клипса на ухо.

Существуют также варианты кардиомониторов (например, [2]) осуществляющие съем сигнала с руки без применения нагрудного пояса. В любом случае, будучи основанным на том или ином принципе измерения, всякий кардиомонитор состоит из аналоговой части (электроды/оптопара, фильтр, усилитель) и микроконтроллера, оснащенного аналого-цифровым преобразователем.

Микроконтроллер должен обладать достаточной производительностью для реализации алгоритма детектирования RR-интервалов при невысоком энергопотреблении. Частота дискретизации для различных моделей кардиорегистраторов варьируется и обычно лежит в интервале 200–500 Гц. Эффективный компромисс по соотношению производительность/энергозатраты предложен в микроконтроллерах компании Texas Instruments серии MSP430 [5]. Подсчет частоты сердечных сокращений сводится к измерению так называемых RR-интервалов, т. е. временных периодов между соседними R-зубцами PQRST-комплекса электрокардиограммы (рис. 1).

Способы детектирования RR-интервалов по данным электрокардиограммы подробно описаны в [6]. Алгоритм Пана-Томпкинса подразумевает обработку оцифрованного кардиосигнала с помощью низкочастотных и высокочастотных цифровых фильтров. Затем берется первая производная входного сигнала и выполняется ограничение ее максимального значения. После усреднения окном обеспечиваются хорошие условия детектирования, происходит подстройка уровня между «шумом» и полезным сигналом, а также используется зона нечувствительности в 150 мс после обнаружения R-зубца [4].

Оснащение устройства модулем GPS/ГЛОНАСС-навигации и GSM-модулем позволит получить законченный вариант «тревожной кнопки» на базе кардиомонитора. На рис. 2 приведена структурная схема беспроводной тревожной сигнализации на базе системы пульсометрии, основанной на схеме одноканальной электрокардиограммы.

Описанное системотехническое объединение давно существующих и хорошо зарекомендовавших себя технологий позволит создать высокоинтеллектуальное электронное устройство с богатой функциональностью и широчайшими перспективами практического использования. ■

Литература

1. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина. 1997.
2. Кардиомониторы Impact sports ePulse. <http://www.impactsports.com/>
3. Машин В. А. Трехфакторная модель variability сердечного ритма в психологических исследованиях функциональных состояний человека-оператора: Автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра мед. наук. Москва, 2010. <http://mashinva.narod.ru/index.html>
4. Плотников А. В. Цифровой монитор суточной регистрации ЭКГ: Автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. Москва, 1996. http://www.ecg.ru/pub/disser/palex/disser/gl2_9.html
5. Шестнадцатиразрядные микроконтроллеры серии MSP430 фирмы Texas Instruments <http://focus.ti.com/mcu/docs/mcuproductoverview.tsp?sectionId=95&tabId=140&familyId=342>
6. Pan J., and Tompkins W. J. A Real-Time QRS Detection Algorithm. IEEE Trans. Biomed. Eng. 1985.

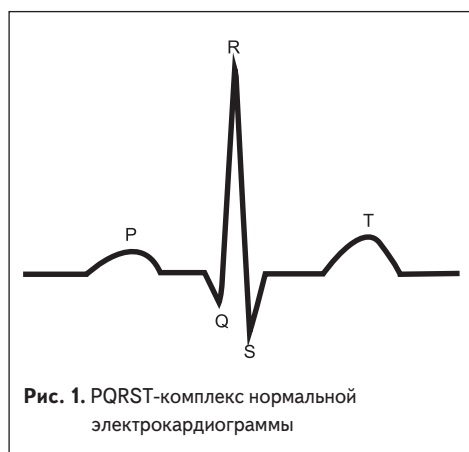


Рис. 1. PQRST-комплекс нормальной электрокардиограммы

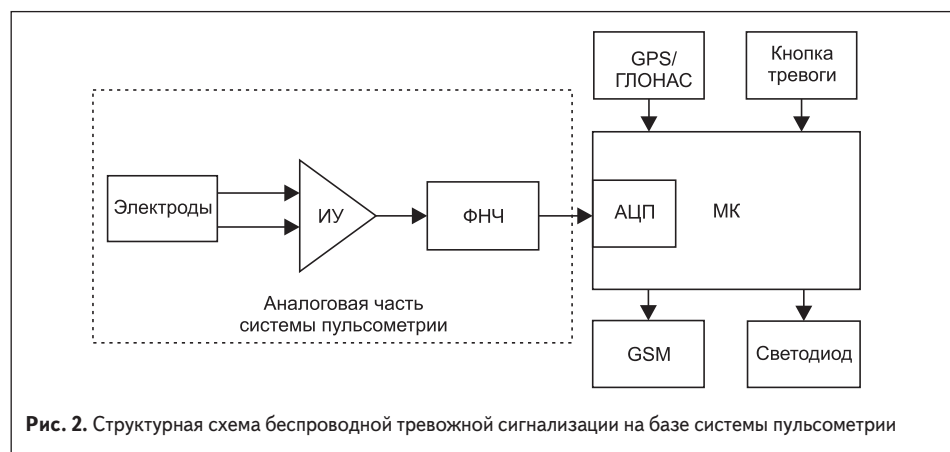


Рис. 2. Структурная схема беспроводной тревожной сигнализации на базе системы пульсометрии