

ФОРМИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ В ПРОЦЕССЕ МОНИТОРИНГА



Н.И. Силков¹

Доцент кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, кандидат технических наук, доцент



М.О. Мазолевская¹

Студентка кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, Республика Беларусь



И.М. Король²

Профессор кафедры отоларингологии Белорусской медицинской академии последипломного образования, доктор медицинских наук

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь

E-mail: silkou-rti@bsuir.by, marymazolevskaya@gmail.com

²Белорусская медицинская академия последипломного образования, Республика Беларусь

E-mail: igor.karol@gmail.com

Abstract. Modern methods of presentation, collection, analysis, organizing and processing data streams are widely applied for effective use of large amounts of heterogeneous information in the field of medicine. To carry out a complex assessment of medical information specialized devices are being developed. They visualize data and make the monitoring process visual.

Одна из основных функций разрабатываемого прибора заключается в накоплении и хранении данных неинвазивного измерения параметров физиологического состояния пациента в течение необходимого периода времени [1].

Наиболее простой способ реализации этой функции – сохранять информацию, снимаемую с первичных датчиков, по мере её поступления в энергонезависимую память. Но при частоте дискретизации сигнала 100 Гц и разрядности 2 байта для хранения данных одного канала за 24 часа работы потребуется объем памяти $100 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 2 = 17280000$ байт. Для пяти каналов потребуется объем более 80 мегабайт. Такой объем памяти приводит к значительному удорожанию процессорного модуля.

Второй способ, который применяется в приборе - хранение данных только при изменении параметров физиологического состояния пациента (трендов): кардиограмма по трём отведениям, частота сердечных сокращений, пульс, температура, насыщение артериальной крови кислородом и др. Эти характеристики изменяются очень медленно и, при использовании предлагаемого метода, не требуют большого объема памяти для хранения, так как в памяти фиксируются только изменяющиеся данные. Таким образом сохраняется информация о форме кривых ЭКГ, наличии показаний аритмии, численного значения показаний артериального давления, фотоплетизмограммы и др.

Программа построения изображения полученных данных состоит из двух независимых модулей. Один модуль предназначен для рисования участков кривых и сдвига участка изображения на экране. Этот модуль запускается строго периодически по прерыванию от таймера. Второй модуль предназначен для вывода цифровых данных. Он непрерывно просматривает состояние всех цифровых полей, и, если данные в каком-либо поле изменились, перерисовывает цифры. Поскольку числовые данные изменяются медленно, то этот модуль не требует большой скорости перерисовки и может прерываться модулем вывода кривых и другими программами.

На рисунке 1 представлена схема конфигурации процессорного модуля прибора «Монитор пациента».

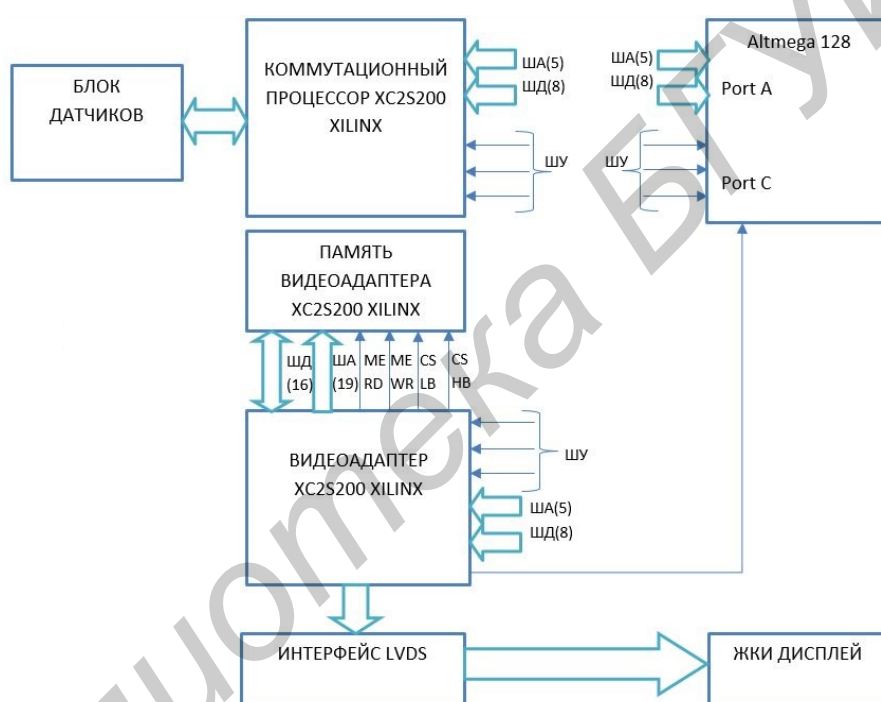


Рис. 1. Схема конфигурации процессорного модуля

Аналогичный принцип обработки данных используется и при разработке прибора для неинвазивной диагностики и мониторинга сахарного диабета [2].

Набор параметров, изображаемых на экране прибора в основном режиме работы, представляет собой совокупность полей для отображения числовых значений и равномерно движущихся кривых (графиков). Данные, отображаемые в каждом из этих полей, меняются независимо друг от друга. Поэтому с точки зрения построения изображения на экране, все данные, поступающие в прибор от датчиков и появляющиеся после их обработки, связываются с определенным графическим или цифровым полем.

В режиме реального времени на экран монитора выводятся графики электрокардиограммы и оксиплетизмограммы, в цифровом виде – частота сердечных

сокращений, температура, артериальное давление (систолическое, диастолическое и среднее), процентное содержание кислорода в крови. При отклонении контролируемых параметров за установленные границы тревог вырабатывается сигнал оповещения персонала[3].

Практика эксплуатации аналогичных приборов показывает, что в большинстве случаев ($\approx 95\%$) причиной активизации сигнала тревоги служит не реальная опасность, а артефакты (показания прибора, обусловленные не истинными значениями параметров, а действием посторонних факторов). Поэтому возникает необходимость в сложной обработке поступающих от датчиков сигналов с целью устранения искажений и ложных срабатываний.

Существует три основных причины искажения сигналов:

1. Движение больного. Сопровождается смещением датчиков на поверхности тела (искажает сигналы практически всех датчиков), возникновением электрических потенциалов в мышечных тканях (искажает электрокардиограмму), резким изменением наполнения сосудов кровью (искажает фотоплетизмограмму и результаты пульсоксиметрии).

2. Электромагнитные поля, создаваемые окружающим оборудованием, возбуждают токи в проводах, соединяющих датчики с устройством (искажает сигналы практически всех датчиков).

3. Мерцающий свет (искажает фотоплетизмограмму и результаты пульсоксиметрии).

Наиболее распространены следующие способы коррекции искаженных сигналов:

– усреднение данных, при котором некорректные измерения усредняются с предыдущими измерениями, и величина ошибки уменьшается (пульсоксиметр "Biox3700e" фирмы ohmeda, монитор "mm200" фирмы artema и др.);

– сопоставление данных от различных датчиков. например, несоответствие волн фотоплетизмограммы и зубцов r на электрокардиограмме говорит об искажении сигнала (метод "c-lock" фирмы nellcor);

– распознавание артефактов по нетипичному изменению показаний, нехарактерному для физиологических изменений. например, снижение показаний насыщения крови кислородом с 94% до 40% за 3 секунды расценивается как артефакт (алгоритм фирмы "oxismart");

– распознавание артефактов по изменению сигнала, характерному для воздействия определенного фактора. например, метод "set"(signal extraction technology) фирмы masimo позволяет на 93% устранить влияние движения пациента на результаты пульсоксиметрии.

В данной работе используется наиболее общий алгоритм обработки периодических сигналов, поступающих от различных датчиков (ЭКГ, давления, SpO₂). В отличие от алгоритмов усреднения ("Biox3700e", "MM200"), он обеспечивает более высокую достоверность отображения сигнала и быструю реакцию прибора

на изменение состояния пациента. Кроме того, он направлен на устранение искажений любой природы и пригоден для обработки данных от любых датчиков (не только пульсоксиметрии) [4].

На рисунке 2 представлены виды и формы кривых, отображающих параметры физиологического состояния в режиме длительного мониторинга. Слева представлены вид и форма отображаемого параметра, в центре – изменения в течение суток, справа – численные значения параметров.

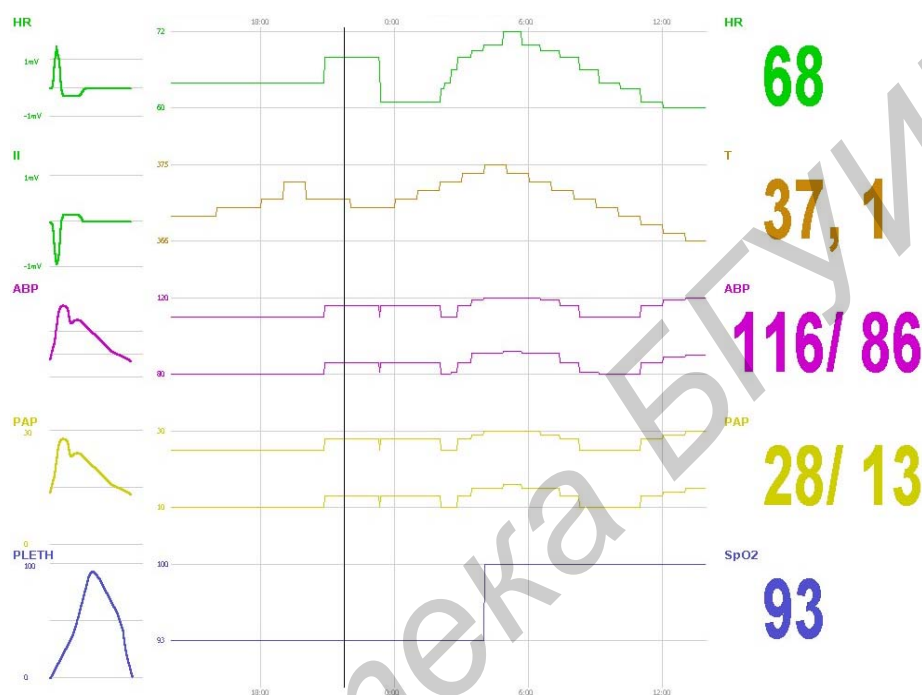


Рис. 2. Представление данных на экране прибора в процессе мониторинга

При дополнении «Монитора» блоком, разработанным в [5], прибор может использоваться и в качестве диагностического.

Литература

[1]. Силков Н.И., Мазолевская М.О., Король И.М. Портативный прибор для неинвазивной оценки параметров функционального состояния пациента // IX Междунар. научно-техн. конференция (МЕДЭЛЕКТРОНИКА – 2015). -Минск, декабрь, 2015. - с.264-265.

[2]. Силков Н.И., Мазолевская М.О., Король И.М. Прибор для неинвазивной диагностики и мониторинга сахарного диабета // Журнал Actualscience, Т.2 №1(6) – с.17-18.

[3]. Силков Н.И. и др. Патент на изобретение ВУ 10905 С1 2008.08.30: Способ и устройство для диагностики заболеваний по зонам Захарьина-Геда, № заявки а20030647 от 25.06.2003 г. Зарегистрирована в Государственном реестре изобретений 23.04.2008 г.

[4]. Ревяко Г.М., Силков Н.И. Системно-кибернетический подход к разработке сложного медицинского прибора «Монитор пациента» // Международная научно-техническая конференция (МЕДЭЛЕКТРОНИКА – 2002).

[5]. Силков Н.И., Мазолевская М.О., Король И.М. Прибор для диагностики заболеваний по зонам Захарьина-Геда. BIGDATA and Predictive Analytics. Использование BIG DATA для оптимизации бизнеса и информационных технологий: сборник материалов междунар.науч.-практ. конф. – Минск, БГУИР, 2016.