

(ПФ), включенного в цепь перемножителя сигналов (ПС), и изображенных на рисунке 1, $\tau_{кор}$ - время корреляции процесса $X(t)$. Соотношение мощности сигнала к мощности помехи на выходе полосового фильтра (ПФ) будет определяться соотношением:

$$q_1 = q_{ex} \cdot \frac{\Delta f}{\Delta f_1},$$

так как Δf_1 много меньше Δf , то количественно это соотношение будет больше единицы.

2. Возведение в квадрат q_1 осуществляется в перемножителе сигналов (ПС). В результате перемножения получаем

$$q_2 = \frac{q_1^2}{1 + 2q_1} \cdot \frac{\Delta f_1}{\Delta f_{пф}} \approx \frac{1}{2} q_1 \cdot \frac{\Delta f_1}{\Delta f_{пф}},$$

где $\Delta f_{пф}$ - полоса пропускания полосового фильтра равна полосе пропускания узкополосного частотно - модулированного сигнала, но меньше чем полоса спектра свертки Δf_1 . Учитывая приближения, получим на входе частотного детектора (ЧД) смесь сигнала и помехи с соотношением (рисунок 1)

$$q_2 \approx \frac{1}{2} q_{ex} \cdot \frac{\Delta f}{\Delta f_{см}} \gg 1.$$

За счет корреляции полоса спектра скремблированного сигнала становится равной
УДК 681.3

полосе спектра частотно – модулированного сигнала, а соотношение сигнал/шум на выходе приемника больше единицы. Результат компьютерного моделирования разработанных алгоритмов, как видно из рисунков 2 (а,б,в), подтверждает отсутствие регулярности спектральных составляющих в скремблированном частотно - модулированном сигнале, а форма дескремблированного сигнала подтверждает качественное выделение первичного сигнала.

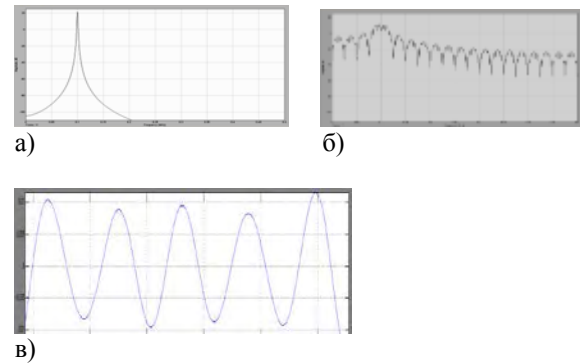


Рисунок 2 – Результат компьютерного моделирования: а) спектр частотно-модулированного сигнала; б) спектр скремблированного сигнала; в) дескремблированный сигнал

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ МОБИЛЬНОЙ ВЕРСИИ КОМПЛЕКСА БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ “БИОСПАС”

Борисенко М.В.

*Белорусский государственный университет транспорта
Гомель, Республика Беларусь*

Введение

Несмотря на неоспоримые успехи кардиологии, сердечно-сосудистые заболевания во многих случаях характеризуются бессимптомным развитием, внезапными проявлениями и значительным количеством доклинических летальных исходов. Актуальна разработка технических средств в виде автоматизированных диагностических приборов и устройств для определения состояния системы кровообращения, пригодных для массового использования в целях своевременного выявления предпатологических состояний [1, 2].

Опыт экспериментальных и клинических исследований свидетельствует о высокой информативности данных о гемодинамике и механических свойствах сосудов для ранней диагностики кардиопатологий и функциональных отклонений. В мировой практике большое внимание уделяется методам и техническим решениям получения расширенного списка параметров для

определения качественных характеристик состояния сосудистой системы. Одно из направлений – усовершенствование зарекомендовавших себя инструментальных методов, таких как тонометрия, появление новых способов тонометрии. Учитывая современные тенденции, сформировалась потребность в специализированных приборах и программно-аппаратных комплексах, обеспечивающих, помимо результатов традиционной тонометрии, их расширенный биомеханический анализ и интерпретацию [10].

Аппаратная реализация измерительного модуля комплекса биомеханической диагностики

Рассматривается решение проблемы обеспечения качества получения и обработки первичных данных пульсового сигнала в программно-аппаратном комплексе “БИОСПАС”. Комплекс разработан на основе модифицированной компьютерной программы “БИОДИС” [6] и

программно-аппаратного комплекса “СПАС” [7–10].

Опыт апробации СПАС показал, что существует возможность дальнейшего развития комплекса. Для отладки методов анализа пульсовой волны требуется производить достаточно большое число замеров, что в данном случае создает определенные трудности ввиду низкой мобильности устройства.

Для решения данной задачи требуется разработка прибора для снятия биометрических характеристик, обладающего высокой точностью, относительно небольшими размерами, низким энергопотреблением, а также возможностью производить автономные замеры с дальнейшей передачей данных на персональный компьютер.

Целью настоящей публикации является изложение варианта аппаратно-программной реализации системы для оптимизации программных методов комплекса “БИОСПАС”.

Предлагаемая техническая реализация модуля получения и обработки первичных данных пульсового сигнала в качестве самостоятельной приборной единицы выполнена в соответствии с функциональной схемой, приведенной на рисунке 1.

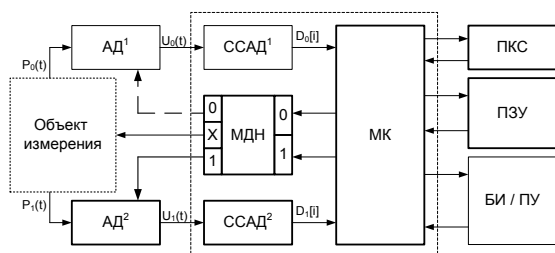


Рисунок 1 – Функциональная схема прибора

Аппаратная часть устройства включает в себя следующие структурные элементы:

- блоки аналоговых датчиков давления АД¹ – АД²;
- блоки схем сопряжения с микроконтроллерным ядром ССАД¹ и ССАД²;
- модуль динамической настройки МДН для регулирования режима работы датчиков АД¹ и АД²;
- блок последовательного канала связи ПКС для взаимодействия с внешними устройствами;
- совмещенный блок индикации/пульта управления БИ/ПУ;
- микроконтроллерный модуль МК;
- модуль постоянного запоминающего устройства ПЗУ.

Программная часть устройства включает в себя программу работы микроконтроллера, драйвер работы с последовательным каналом связи и программу конверсии данных.

Характерной особенностью системы является внесение в измерительный контур прецизион-

ного датчика АД², позволяющего значительно увеличить точность измерения параметров пульсовых волн. Схема ССАД² преобразует информацию с датчика в массив данных D₁[i], представляющий собой основной ряд значений, по которому будет производиться дальнейший анализ.

Включение в структуру прибора модуля динамической настройки позволяет реконфигурировать схему включения датчика в зависимости от измеряемого диапазона. Это связано с тем, что ключевые параметры пульсовых волн (при использовании данного инструментального метода) определяются исходя из обратной реакции измеряемого объекта на внешние воздействия, таким образом, сам процесс замера разделяется на две фазы: фаза создания стрессовых воздействий на объект и фаза считывания обратной реакции объекта. В процессе проведения замеров с помощью комплекса [11] было установлено, что промежутки с результативными данными, как правило, не превышает 65% от общего диапазона измерений, соответственно сужение диапазона измерения позволит повысить точность полученных данных.

Изменение параметров динамической настройки аналогового датчика АД¹ минимально, так как в его задачу входит получение экспериментальных данных на всем диапазоне измерения. Массив данных D₀[i] считывается микроконтроллером, формируя управляющие воздействия для управления модулем динамической настройки АД² и контроля давления в окклюзионной манжете.

В процессе измерения имеется возможность записи данных в ПЗУ устройства, что позволит производить замеры без применения дополнительного оборудования. Впоследствии данные D₀ и D₁ передаются по последовательному каналу связи на внешнее устройство с возможностью дальнейшей обработки с использованием программных средств.

Выводы

Предложен вариант реализации аппаратно-программной системы модуля получения и обработки первичных данных пульсового сигнала для оптимизации программных методов комплекса “БИОСПАС”.

Описываемая реализация обладает более высокой точностью по сравнению с ранее использованными устройствами. Предложен метод, позволяющий увеличить разрешающую способность прибора. Также в структуру внесены модуль памяти, что делает возможным проведение замеров без подключения к персональному компьютеру. Таким образом, решается проблема автономности и мобильности разрабатываемого устройства. Увеличение объема измеренных данных позволит в полной

мере реализовать методы обработки параметров пульсовых сигналов, повысит достоверность их статистических характеристик.

1. Сидоренко, Г.И. Новые горизонты профилактики сердечно-сосудистых заболеваний (дискуссионные аспекты донозологических вмешательств) / Г.И. Сидоренко, А.В. Фролов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://do.gendocs.ru/docs/index-297940.html> – Дата доступа: 12.06.2014.
2. Фролов, С.В. Современные особенности развития медицинских информационных систем / С.В. Фролов, С.Н. Маковеев, С.В. Семенова // Врач и информационные технологии. – 2010. – № 2. – С. 4–9.
3. Цупко, И.В. Способ определения артериального давления, параметров гемодинамики и состояния сосудистой стенки с использованием осциллометрии высокого разрешения // Патент RU 2360596. – 2006. – С. 1–12.
4. Парашин, В.Б. Техничко-метрологические аспекты измерения артериального давления осциллометрическим методом / В.Б. Парашин, М.Н. Симоненко // Медицинская техника. – 2010. – № 1. – С. 22–26.
5. Babbs, C.F. Oscillometric Measurement of Systolic and Diastolic Blood Pressures Validated in a Physiologic Mathematical Model // BioMedical Engineering OnLine. – 2012. – <http://www.biomedical-engineering-online.com/content/11/1/56>.
6. Шилько, С.В. Математическая модель и программная реализация мониторинга сердечно-сосудистой системы / С.В. Шилько, Ю.Г. Кузьминский, М.В. Борисенко // Проблемы физики, математики и техники. – ГГУ. – 2011. №3. – С.104-112.
7. Шилько, С.В. Программно-аппаратный комплекс для мониторинга сердечно-сосудистой системы на основе тонометрии / С.В. Шилько, В.В. Шевцов // Приборы и методы измерений. – 2011. – № 2(3). – С. 53–60.
8. Шевцов, В.В. Аппаратная реализация биомеханической диагностики сердечно-сосудистой системы по данным осциллометрии / В.В. Шевцов, С.В. Шилько, М.В. Борисенко, Ю.Г. Кузьминский // Приборы и методы измерений. – 2012. – № 2(5). – С. 51–55.
9. Шилько, С.В. Диагностика сердца и сосудов: биомеханический анализ гемодинамики / С.В. Шилько, Ю.Г. Кузьминский, М.В. Борисенко // Наука и инновации. – 2013. – № 2. – С. 15–17.
10. Шилько, С.В. Специализированное программно-аппаратное средство «СПАС»: опыт биомеханического анализа гемодинамики по данным осциллометрии / С.В.Шилько, Ю.Г. Кузьминский, М.В. Борисенко // Приборостроение – 2013 : матер. Междунар. научн.-практ. конф., Минск, 20-22 ноября 2013 г. / БНТУ; редкол.: О.К. Гусев [и др.]. – 2013. – С. 130-132.

УДК 681.5:531.7:004.4:004.9

АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ВИБРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ

Бранцевич П.Ю., Костюк С.Ф., Базылев Е.Н., Базаревский В.Э.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь*

Внедрение разнообразных средств компьютерной техники на предприятиях промышленности и энергетики предполагает возможность автоматизации решения ряда задач, связанных с принятием решений по оценке технического состояния производственных объектов, прогнозированию его изменения, диагностике, планированию сроков и объемов ремонтных работ.

Состояние производственного оборудования характеризуется многими параметрами основных и вторичных процессов, развивающихся при его работе. Для контроля целесообразно выбирать те параметры процессов, которые достаточно хорошо отражают функциональное состояние объектов и не требуют слишком больших затрат на их измерение. В этом плане, для механизмов с вращательным движением, такими являются параметры вибрации [1-4].

Научно-исследовательская лаборатория вибродиагностических систем БГУИР более двадцати лет занимается разработкой систем, комплексов, приборов, программного обеспечения и методик их применения в данной области.

Накопленный опыт в проведении вибрационного мониторинга роторных агрегатов позволил создать системы автоматической защиты по вибрационным параметрам серии «Лукомль». При анализе вибрационного состояния защищаемого объекта учитываются факторы низкочастотной вибрации, высокочастотной вибрации, оборотной составляющей вибрации, вектора оборотной составляющей, которые определяются в разных точках контроля. Значения конкретных уровней срабатывания защиты устанавливаются индивидуально для конкретного агрегата. В настоящее время эксплуатируется пять таких систем автоматической защиты по вибрации [5].