



УДК 004.2

**REALIZATION IN NI LabVIEW-TECHNOLOGY SYSTEMS FOR  
RECORDING AND PROCESSING PHONOCARDIOGRAMS**  
**РЕАЛИЗАЦИЯ В NI LabVIEW-ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ И  
ОБРАБОТКИ ФОНОКАРДИОГРАММ**

**Solomin A.V. / Соломин А.В.***PhD, as.prof. / к.ф.-м.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-5226-8813

**Kornienko G.A. / Корниенко Г.А.****Fliarkovsky V.S. / Флярковский В.С.***National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv,**Prosp.Peremohy, 37, 03056**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт  
имени Игора Сикорского», Киев, пр-т Победы, 37, 03056*

**Аннотация.** В работе рассматриваются функциональные возможности компьютеризованной фонокардиографической системы, реализованной на базе аппаратных и программных средств NI ELVIS и NI LabVIEW. Продемонстрированы ее преимущества по сравнению с аускультацией, перспективы применения на примере корреляционного анализа фонокардиографического сигнала.

**Ключевые слова:** фонокардиография, автокорреляционная функция, NI LabVIEW

**Вступление.**

Фонокардиография представляет собой неинвазивный, безопасный и не имеющий противопоказаний метод диагностики врожденных и приобретенных пороков сердца, однако в настоящее время незаслуженно вытеснен другими диагностическими методами. В то же время информационные возможности фонокардиографии далеко не исчерпаны, особенно с учетом появившихся мощных компьютерных средств обработки информации. Именно объективность процедур записи фонокардиограмм и их компьютерного анализа отличают такую диагностику от субъективной аускультации, когда врач на слух выявляет особенности тонов и шумов сердца.

Таким образом, актуальность работы связана с перспективностью применения компьютерных технологий для регистрации фонокардиограмм и их обработки с целью выявления диагностической информации.

**Основной текст.** Целью работы является автоматизация регистрации и анализа фонокардиографической информации, использование современных компьютерных технологий для расширения возможностей фонокардиографии и устранения субъективных факторов.

В аспекте аппаратной части реализация фонокардиографа довольно проста, фактически это микрофон с усилителем. Дальше для ввода информации в компьютер требуется аналогово-цифровой преобразователь и каналы связи с соответствующими драйверами. Все это обеспечивает комплект ELVIS производства компании National Instrument. Что же касается программной части системы, то здесь использована среда разработки NI LabVIEW, которая в настоящее время является неформальным стандартом в отрасли медико-



биологического приборостроения и легко встраивается в большинство современных программно-аппаратных комплексов [1].

Среда NI LabVIEW (National Instrument Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench – среда разработки лабораторных виртуальных приборов) очень удобна для приложений, которые создаются и используются не программистами, а специалистами инженерной отрасли, в частности биомедицинскими инженерами. Вместо текстовых языков программирования со сложными синтаксическими правилами здесь используется графический язык G, который имеет более привычный для инженеров вид блок-диаграмм.

Дополнительными преимуществами среды является наличие большого количества встроенных функций и подпрограмм, богатство развитых, удобных и наглядных элементов для построения интерфейсов, возможность взаимодействия с другими средами и даже создание соответствующих веб-приложений с удаленным доступом к сервисам.

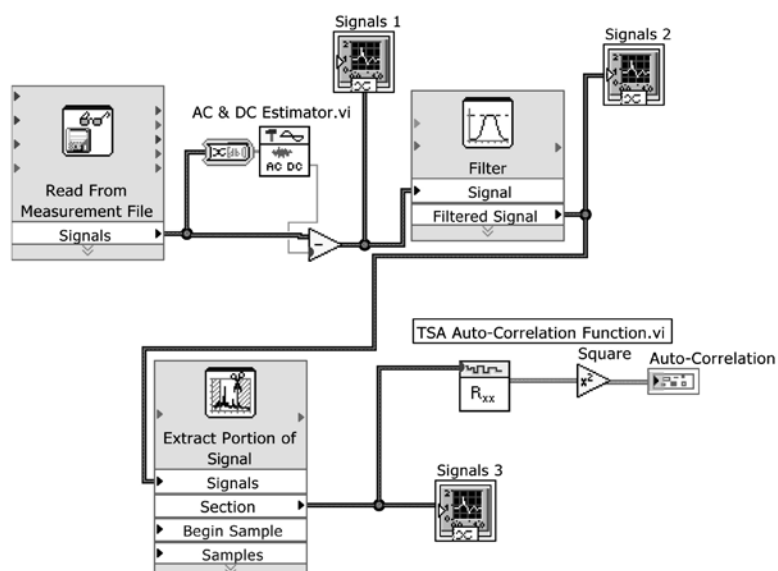
Программная часть разрабатываемой системы состоит из подсистемы записи в файл фонокардиографической информации, преобразованной в цифровой вид средствами NI ELVIS, и подсистемы ее анализа. Последняя сначала осуществляет фильтрацию сигнала посредством цепочки настраиваемых фильтров, а затем обработку полученной информации.

В качестве примера приведем один из вариантов такой обработки, а именно – корреляционный анализ фонокардиограммы. Суть решаемой задачи состоит в следующем. Учитывая абсолютную безопасность фонокардиографии, ее предпочтительно применять, в том числе, для обследования беременных. Причем исследованию могут подвергаться сигналы сердец как роженицы, так и плода. И здесь возникает проблема, когда плодов несколько, т.е. ожидаются близнецы. Особенно актуальна проблема подсчета количества ожидаемого потомства у животных, например, котов, собак, поросят и т.д. С помощью ультразвуковой диагностики получить такую информацию довольно затруднительно при большом количестве потомства.

В то же время с математической точки зрения задача анализа сложной фонокардиограммы в таких случаях состоит в разложении сигнала на совокупность периодических составляющих, которые имеют разные частоты и фазы и соответствуют сигналам сердец матери и плодов. Логично применить здесь корреляционный анализ, заключающийся в вычислении автокорреляционной функции сложного фонокардиографического сигнала, которая должна давать всплески при смещениях составляющих в скалярном произведении сигналов, соответствующих их периодам.

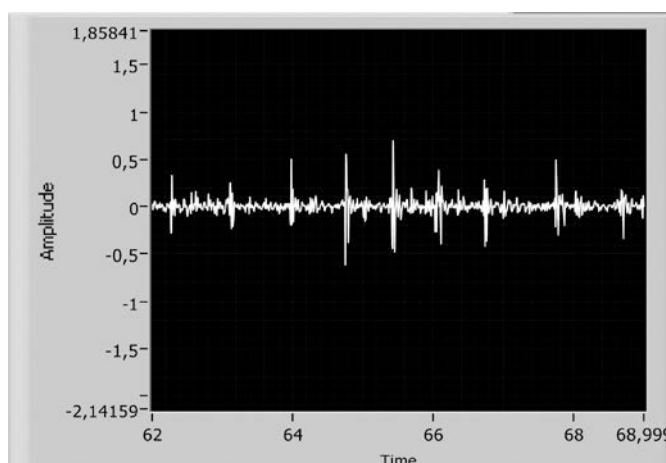
На рис.1 приведена блок-схема системы.

Здесь после считывания сигнала выполняется сначала вычитание выделенной из него постоянной составляющей, затем фильтрация настраиваемой цепочкой фильтров, выделение из сигнала его наиболее информативной части и вычисление автокорреляционной функции. Результат еще возводится в квадрат для преобразования в однополярную (положительную) величину.

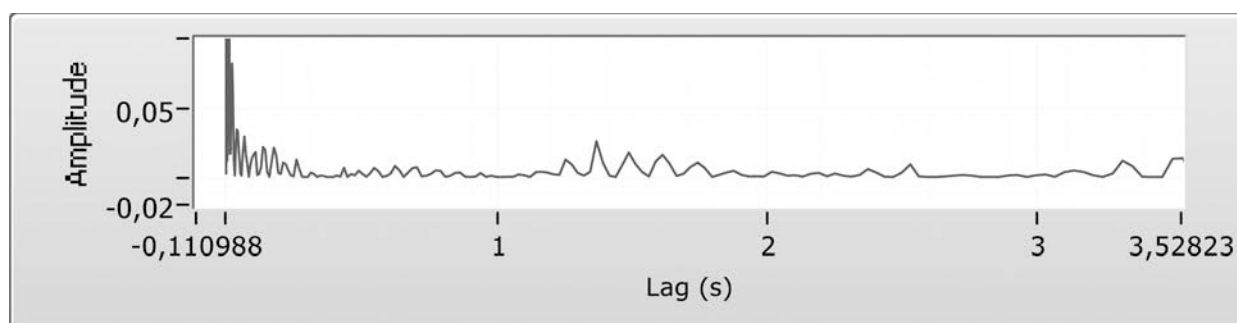


**Рис. 1. Блок-диаграмма подсистемы корреляционного анализа фонокардиограммы**

Исходный сигнал и вычисленная автокорреляционная функция приведены, соответственно, на рис.2 и рис.3.



**Рис. 2. Входной фонокардиографический сигнал**



**Рис. 3. Автокорреляционная функция фонокардиографического сигнала**

### Заключение и выводы.

Продемонстрирован пример совершенствования функциональных возможностей компьютеризованной фонокардиографической системы. Ее существенными преимуществами по сравнению с аускультацией, кроме всего



прочего, является расширение частотного диапазона регистрируемых сигналов, особенно в сторону низких частот, где слышимость человеческого уха притупляется, удобное разделение сигнала на частотные поддиапазоны, несущие различную диагностическую информацию, программное подавление помех, богатая библиотека подпрограмм NI LabVIEW, легко применяемых в конкретных ситуациях.

Литература:

1. Програмування в NI LabVIEW. Технологія розробки віртуальних приладів : навч. посіб. / О.Г. Кисельова, А.В. Соломін. – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 276 с.

**References:**

1. Kiseleva O.G., Solomin A.V. Programuvannja v NI LabVIEW. Technologija rozrobki virtualnyh pryladiv [Programming in NI LabVIEW. Technology of virtual devices development] – K. : НТУУ «КПІ», 2014. – 276 с.

**Abstract.** The paper discusses the functionality of a computerized phonocardiographic system implemented on the basis of the hardware and software of NI ELVIS and NI LabVIEW. Demonstrated its advantages compared with auscultation, the prospects of using for example of the correlation analysis of the phonocardiographic signal.

**Key words:** phonocardiography, autocorrelation function, NI LabVIEW.

Статья отправлена: 16.03.2019 г.

© Соломин А.В.