

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік
университетінің ғылыми журналы
Научный журнал Павлодарского государственного
университета имени С. Торайғырова

1997 ж. құрылған
Основен в 1997 г.



ПМУ
ХАБАРШЫСЫ
ВЕСТНИК ПГУ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СЕРИЯ

2013

Липчанский А. Н., Баранова С. С., Яшкина А. Б.	
Сапаның негізгі деңгейі – өнімді өндіруші мен тұтынушының қарым-қатынасын гармонизациялау әдісі ретінде	211
Мухаметшин Р. Р., Захаров И. В., Науман О. А.	
Тайқы индуктордың резонанстық режимінің есебі реактивті өзіндік компенсациясы алымдылықтың	217
Никифоров А. С., Приходько Е. В., Карманов А. Е., Кинжибекова А. К.	
Төмен қуатты су жылытқыш қазандардың жылулық жоғалтуларын төмендету үшін оқшау қаптауын модернизациялау	222
Новожилов А. Н., Крюкова Е. В., Новожилов Т. А.	
Дербес компьютер негізіндегі екі сәулелік осциллограф	228
Оразбекова Ә. Қ., Байниязов Б. А., Исенов С. С.	
Кернеуі 110/10 кВ қосалқы станциялардың релелік қорғаныстарының тағайыншамаларын таңдау барысында 10 кВ электр қозғалтқыштарының өздігінен іске қосу тоқтарының ықпалы	234
Парамонов Ф. П.	
Таза элементтің флуоресценциясын қоздыруда ренгендік құбырын тәжеу спектр бөлігінің орташа толқын бөлігі туралы	244
Савостин А. А., Савостина Г. В.	
Электрокардиосигналдық кешендер QRS-анықтағыш жүйеде автоматтандырылған	247
Төлөбаев Б. Ә., Ергешбаева Н. В.	
Топырақты ортада радонның көшіп-қону үдерістерін зерттеу	253
Унайбаев Б. Ж., Арсенин В. А., Унайбаев Б. Б., Сиварахша Д. М.	
Тұзды топырақтарда ғимараттарды тұрғызудың сенімді және тиімді геотехнологиялары	260
Хацевский В. Ф., Мажикова А. Г., Ахметов А. К.	
Өнеркәсіптің электрмен қамтамасыздандыруына арналған автоматтыңдыру және қорғау құрылғыларын өндіру	269
Хацевский В. Ф., Ахметов А. К., Мажикова А. Г.	
Электр энергияны өндірістік тұтынуына автоматты есепке алу жүйесін өндіру	276
Шонтаев Д. С., Шонтаев А. Д., Хамметова Ж. Н., Унайбаев Б. Б., Нурғалиева М. С., Саканов К. Т.	
Тау жынысының сілеміндегі кернеу-деформациялық жағдайдың үлестірілуін зерттеу	282
Шонтаев Д. С., Шонтаев А. Д., Унайбаев Б. Б., Нурғалиева М. С.	
Опырылу аймағының геометриясын анықтауды зерттеу жіргізудің әдістемесі	290
Біздің авторлар	295
Авторлар үшін ереже	302

F. P. Paramonov

On the average wavelength of a section of the x-ray tube bremsstrahlung spectrum at excitation of fluorescence of pure elements

Pavlodar State University named after S. Toraigyro, Pavlodar;

Material received on 30.12.13.

Таза элементтің рентгендік флуоресценциясын тудыруға қабілетті тежеу спектрінің бөлігін, қандай бір орташаланған сипатты қоздырушы сәулеленуге ауыстыруға тырысқанда, толқынның ұзындығының белгілі коэффициентке түзілген Мозли заңыны бағынатындығы белгілі болды.

In attempt of replacement of a section of the bremsstrahlung spectrum, capable to cause x-ray fluorescence in a pure element, to some average characteristic exciting radiation, it appeared that this wavelength submits to Moseley's law.

УДК 681.5:616-71

А. А. Савостин, Г. В. Савостина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ QRS-КОМПЛЕКСОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА

В статье рассматривается вопрос построения автоматизированной системы идентификации QRS-комплексов электрокардиосигнала с помощью аппаратного обеспечения сбора данных компании National Instruments и алгоритмов цифровой обработки сигналов, реализованных в системе MATLAB.

В настоящее время практически в любой аппаратуре, предназначенной для кардиологических исследований, наблюдается активное использование средств автоматизированного анализа электрокардиосигналов (ЭКС). Данное обстоятельство стало возможным благодаря большим достижениям в области компьютерных технологий вместе с богатым практическим опытом и высокой квалификацией современного врача-кардиолога.

Использование средств автоматизации, помимо прочего, позволяет улучшить этап анализа кардиологических данных и может эффективно

использоваться при решении рутинных или повторяющихся задач: например в анализе ЭКС для мониторингового наблюдения. Здесь требуется селекция базового элемента электрокардиограммы (ЭКГ) для определения точки отсчета, нахождения частоты сердечных сокращений и расчета RR-интервалов. Эти данные несут информацию о регуляторных функциях вегетативной нервной системы организма [1, 2].

Задача селекции сводится к обнаружению QRS-комплекса, учитывая, что он является наиболее острой волной в цикле ЭКГ, при этом учитывается ряд отличительных признаков сигнала от помех.

На сегодняшний день существуют различные методы идентификации QRS-комплекса, среди которых такие сложные в вычислительном отношении, как вейвлет-преобразование [3] и нейронные сети [4]. Причем последние не дают существенных преимуществ по сравнению со значительно более простыми методами, основанными на выделении QRS-комплекса с использованием полосовых или дифференцирующих фильтров [5]. В связи с этим предлагается реализация автоматизированной системы идентификации QRS-комплексов со структурой, представленной на рисунке 1.

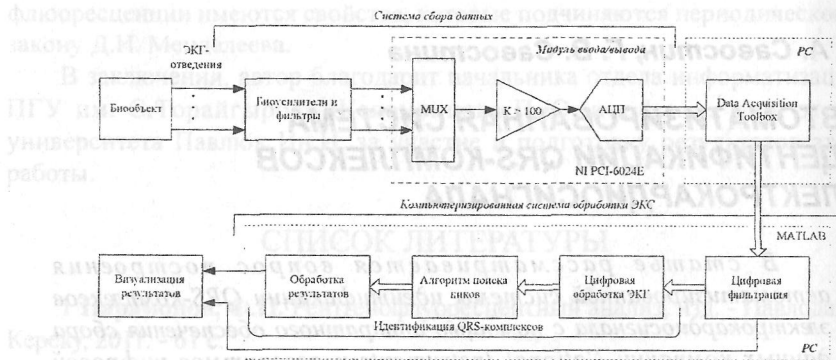


Рисунок 1 – Автоматизированная система идентификации QRS-комплексов

Требования к оборудованию на этапе сбора данных обеспечиваются применением аппаратного обеспечения фирмы National Instruments. В качестве устройства ввода аналоговых сигналов используется бюджетная многофункциональная плата NI PCI-6024E [6].

Блок «Биоусилители и фильтры» отвечает за согласование источника ЭКС (биообъекта) и АЦП. Этот блок так же включает в себя устройство подавления синфазных помех и емкостной составляющей кабеля ЭКГ-

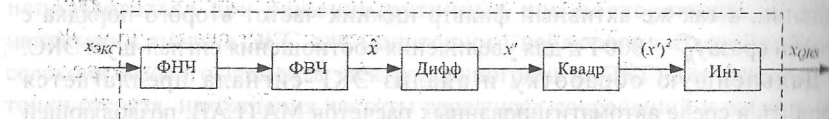


Рисунок 3 – Цифровая обработка ЭКГ

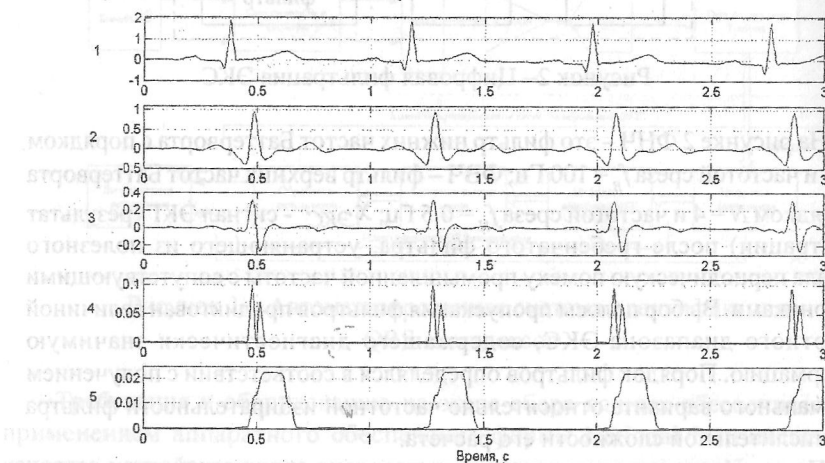
В соответствии с рисунком 3 исходный сигнал $x_{\text{ЭКС}}(n)$ проходит предварительную обработку при помощи последовательно включенных ФНЧ и ФВЧ с частотами среза 10 Гц и 6 Гц соответственно.

Операция дифференцирования (Дифф) $x' = d\mathcal{E}/dt$ подавляет низкочастотные компоненты зубцов Р и Т и имеет высокий коэффициент усиления для высокочастотных компонент, появляющихся из-за крутых склонов QRS-комплекса.

Последующее возведение в квадрат $(x')^2$ делает результат дифференцирования положительным, а так же усиливает большие разности, возникающие из-за QRS-комплексов; меньшие разности зубцов Р и Т подавляются.

Сглаживание сигнала можно обеспечить, применив интегрирующий фильтр (Инт) скользящего окна.

На рисунке 4 представлена форма исследуемого сигнала на основных этапах процесса идентификации QRS-комплекса.



1 – нормализованный ЭКС $x_{\text{ЭКС}}$; 2 – результат фильтрации $\mathcal{E}$;
3 – сигнал на выходе дифференциатора x' ; 4 – возведение в квадрат $(x')^2$; 5 – результат операции интегрирования $x_{\text{ОКС}}$

Рисунок 4 – Результаты идентификации QRS-комплекса

Исследуемый сигнал был получен в результате регистрации ЭКС в III отведении с частотой дискретизации $f_{\text{д}} = 200$ Гц.

Как следует из рисунка 4 окончательным выходным сигналом блока «Цифровая обработка ЭКС» является единственный гладкий импульс для каждого QRS-комплекса – x_{QRS} . Так же рисунок 4 демонстрирует наличие временного сдвига между реальным положением QRS-комплекса и импульсом на выходе блока «Цифровая обработка ЭКС».

Следующий этап реализуется в блоке «Алгоритм поиска пиков» и основывается на применении адаптивной пороговой процедуры к сигналу x_{QRS} и дальнейшему поиску пиков [7]. Однако использование в предложенной системе эффективных методов цифровой фильтрации для устранения артефактов и помех, позволяет использовать простой алгоритм поиска пиков с достаточной степенью эффективности.

Таким образом, результат идентификации QRS-комплексов будет представлять собой вектор значений $\mathbf{r}_{1 \times i}$, $i = 1, n$, где i – номера отсчетов искомого сигнала ЭКГ, соответствующие положению максимума R-зубца.

Последующая обработка результатов в виде $\mathbf{r}_{1 \times i}$, $i = 1, n$ позволяет визуализировать полученную информацию в требуемой форме.

Отметим, что функционирование автоматизированной системы идентификации QRS-комплексов можно обеспечить без предустановленной программной среды MATLAB. Средства компилирования MATLAB позволяют предоставлять доступ к приложениям MATLAB пользователям, не работающим в среде MATLAB, без преобразования кода и без лицензионных отчислений, т.е. создавать при помощи MATLAB Compiler независимые, отдельно-стоящие приложения и распространять их без ограничений. В MATLAB Compiler предусмотрена поддержка всех функциональных возможностей языка MATLAB и большинства специализированных расширений [8].

Итак, как можно убедиться из выше сказанного, процесс идентификации QRS-комплексов является достаточно сложной задачей, состоящей из целого ряда последовательных процедур аналого-цифрового преобразования, цифровой фильтрации и обработки сигнала. Однако использование в предложенной системе стандартных средств системы MATLAB совместно с оборудованием сбора данных и современными средствами вычислительной техники дают возможность ее эффективного решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Heart rate variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use // Circulation. - 1996. 93 (5). - P. 1043 – 1065.

2 Дабровски, А., Дабровски, Б., Пиотрович, Р. Суточное мониторирование ЭКГ: (Перевод: Корнеев Н.В., Грабко Н.Н., Башникова С.Д.) – М.: Медпрактика, 2000. – 208 с.

3 Kadambe, S. Wavelet transform-based QRS complex detector / S. Kadambe, R. Murray, G.F. Boudreaux-Bartels // IEEE Trans. Biomed.Eng. - 1999. - Vol. 46. - P. 838-848.

4 Suzuki, Y. Self-organizing QRS-wave recognition in ECG using neural networks / Y. Suzuki // IEEE Trans. Neural Networks. - 1995. - Vol. 6. - P. 1469 - 1477.

5 Tompkins, W. J. Biomedical Digital Signal Processing/ - Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1995.

6 Low-Cost E Series Multifunction DAQ – 12 or 16-Bit, 200 kS/s, 16 Analog Inputs. Data Sheet. 2006 National Instruments Corporation.

7 Tompkins, W. J. Biomedical Digital Signal Processing/ - Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1995.

8 Дьяконов, В. П. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6®. Основы применения. Серия «Библиотека профессионала». – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 800 с.

Северо-Казахстанский государственный университет
имени М. Козыбаева, г. Петропавловск.

Материал поступил в редакцию 24.12.13.

A. A. Savostin, G. V. Savostina

Электрокардиосигналдық кешендер QRS-анықтағыш жүйеде автоматтандырылған

М. Қозыбаев атындағы

Солтүстік-Қазақстан мемлекеттік университеті, Петропавлск қ.

Материал 24.12.13 редакцияға түсті.

A.A. Savostin, G.V. Savostina

Automated identification system of the electrocardiological signal QRS complexes

North-Kazakhstan State University
named after M. Kozybayev, Petropavlovsk.

Material received on 24.12.13.

MATLAB жүйесінде өткізу, сандарды өңдеу алгоритмдік сандары және National Instruments фирмасының ақпараттық жинауын қамтамасыз ету аппараттың көмегімен электрокардиосигналдық кешендер QRS-анықтағыш жүйеде автоматтандырылған құру сұрақтары мақалада қарастырылған.