

# **АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ**

***Воронин Вячеслав Владимирович***

*К.т.н., ДГТУ*

***Епишина Екатерина Викторовна***

*ООО "Нордавинд-Дубна"*

***Петров Сергей Павлович***

*ООО "Нордавинд-Дубна"*

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) – это заболевания, которые могут развиваться неявно на протяжении всей жизни и прогрессировать в хроническую стадию к тому времени, когда появляются первые симптомы. ССЗ занимают первое место среди всех причин смертности населения: на них приходится 56,7% всех смертей, ежегодно в России от них умирает более 1 млн. человек.

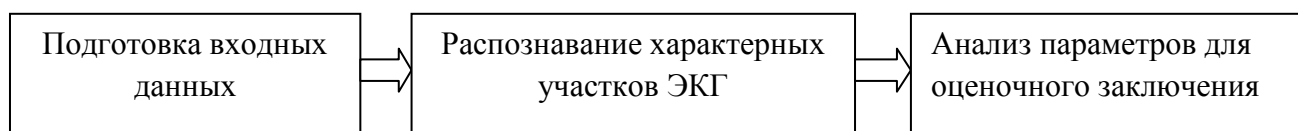
В соответствии с международными тенденциями и стратегией развития медицинской науки в РФ в данное время существенное внимание уделяется развитию профилактической медицины, разработке и внедрению новых эффективных методов и средств предупреждения заболеваний, охраны и укрепления здоровья детей, улучшения здоровья работающего населения и обеспечения социально активной жизни людей преклонного возраста.

При определении основных направлений развития отечественной медицинской радиоэлектроники основное внимание обращается на необходимость разработки все более точных и чувствительных приборов, в том числе и основанных на новых нетрадиционных физических принципах, что неизбежно связано с прогрессивным возрастанием стоимости радиоэлектронной медицинской аппаратуры. В настоящее время оснащенность радиоэлектронной медицинской аппаратурой кабинетов функциональной диагностики (КФД) областных, городских и центральных районных больниц далека от оптимальной, так же имеется значительный разрыв между возможностями радиоэлектроники и фактическим использованием ее в медицине. Кроме этого, электрокардиологическая электронная аппаратура также незаменима и для решения некоторых специфических диагностических задач, в частности, для

мониторинга сердечной деятельности. Поэтому, целесообразно положить в основу диагностического процесса принцип максимального использования потенциальных возможностей клинически апробированных, доступных и недорогих методов исследования, одним из которых является электрокардиография (ЭКГ).

Исходя из вышесказанного, целью исследования является создание эффективного алгоритма, который позволит определять особые точки сигналов ЭКГ (полученных из различных отведений), для выявления отклонений от нормы.

На данном этапе исследования рассмотрим традиционный алгоритм автоматического анализа ЭКГ (рис.1).



***Рисунок 1. Алгоритм автоматического анализа ЭКГ***

Предложенный алгоритм автоматического анализа ЭКГ содержит в себе следующие стандартные шаги

1. Оцифровка, фильтрация и нормирование сигнала.
2. Распознавание характерных участков ЭКГ, имеющих диагностическое значение (комплексов QRS, PQ, QT и отдельных зубцов).
3. Анализ параметров и взаимосвязи распознанных участков и формирование оценочного заключения.

В рамках исследования предполагается использовать новые подходы для решения проблемы автоматической обработки и анализа электрокардиограммы сердца (ЭКС), заимствованные из области обработки и анализа изображений, получившей значительное развитие в последние годы. Применение алгоритмов распознавания образов для задач автоматического анализа электрокардиограмм позволяет прогнозировать получение качественных и принципиально новых результатов в этой области. При этом разработка алгоритмов анализа будет осуществляться с учетом их дальнейшего использования, как в составе стационарных систем, так и в составе различных мобильных систем (например, предназначенных для работы на смартфоне).

Для выявления оптимального и наиболее эффективного способа анализа ЭКГ были рассмотрены следующие алгоритмы:

- 1) Алгоритм, предназначенный для выявления QRS-комплексов, а также параметров P-,T-волн (положений пиков, точек начала и завершения волн).[2]
- 2) Алгоритм, предназначенный для выявления пиков P,T, R, границ QRS (без пиков Q,S), границ волн P, T.[4]
- 3) Алгоритм, предназначенный для выявления начальной границы QRS комплексов (т.е. не определяет пики Q,R, S).[5]
- 4) Алгоритм, предназначенный для выявления начальной и конечной границы QRS комплексов (т.е. не определяет пики Q,R, S).[6]
- 5) Алгоритм, предназначенный для выявления начальной и конечной границы QRS комплексов, а также положение пика R. [7]
- 6) Алгоритм, предназначенный для выявления P, Q, R, S, T пиков.[8]
- 7) Алгоритм, предназначенный для выявления Q, R, S пиков.[9]
- 8) Алгоритм, предназначенный для выявления R, S, T пиков, а также подсчета ЧСС.[10]
- 9) Алгоритм, предназначенный для выявления R пиков. [11]
- 10) Алгоритм, предназначенный для выявления R, S пиков. [12]
- 11) Алгоритм, предназначенный для выявления R пиков и вычисления ЧСС.[12]
- 12) Алгоритм, предназначенный для выявления R пиков.[13]

Далее приведена сравнительная таблица по различным критериям.

- 13) Алгоритм предназначен для выявления R пиков.[13]

Все вышеописанные алгоритмы предназначены для выявления особых точек ЭКГ, которые позволят определить отклонения от нормы. Сравнительный анализ был проведен по следующим параметрам: методология, устойчивость к шумам, точность выявления особых точек, адаптивность, возможность настройки, диапазон используемых частот, время обработки, а так же наличие проблем (результат выполнения алгоритма не соответствует заявленному в описании).

Для проведения сравнительного анализа алгоритмов были использованы мультипараметрическая база данных и база данных ЭКГ (табл.1).

## Результаты сравнительного анализа

**Таблица 1**

	Алгоритм 1	Алгоритм 2	Алгоритм 3	Алгоритм 4	Алгоритм 5	Алгоритм 6	Алгоритм 7	Алгоритм 8	Алгоритм 9	Алгоритм 10	Алгоритм 11	Алгоритм 12
Методология	Низко-частотная и высоко-частотная фильтрация алгоритмы непрерывного и быстрого вейвлет-преобразования	Основан на Pan&Tomprkins	-	Низкочастотная и высокочастотная фильтрация, адаптивная пороговая фильтрация	Улучшенный алгоритм Pan&Tomprkins	Вейвлет-преобразования	Интерполяция сигнала для удаления дрефта, изолинии, фильтрация для удаления шума, пороговая фильтрация для детекции пиков.	Фильтрация шума и дрефта, детекция пиков с помощью пороговой фильтрации	Фильтрация шума и дрефта, изолинии с помощью низкочастотной и высокочастотной фильтрации, пороговая фильтрация	Фильтрация шума и дрефта, изолинии с помощью низкочастотной и высокочастотной фильтрации, пороговая фильтрация	Фильтрация шума и дрефта, изолинии с помощью низкочастотной и высокочастотной фильтрации, пороговая фильтрация	Основан на теории огибающей (Envelope)
Устойчивость к шумам	устойчив к шумам и дрефту	устойчив к шумам и дрефту	устойчив к шумам и дрефту	устойчив к шумам и дрефту	устойчив к шумам и дрефту	устойчив к шумам и дрефту	устойчив к шумам и дрефту	устойчив к шумам и дрефту	устойчив к шумам и дрефту	устойчив к шумам и дрефту	устойчив к шумам и дрефту	устойчив к шумам и дрефту
Точность	высокая	высокая	высокая	высокая	высокая	высокая	-	-	-	-	-	-
Адаптивность	без подстройки	без подстройки	без подстройки	без подстройки	без подстройки	без подстройки	требуется подстройка	без подстройки	без подстройки	без подстройки	без подстройки	без подстройки
Настройка	возможна	отсутствует	возможна	возможна	возможна	возможна	возможна	возможна	возможна	возможна	возможна	возможна
Диапазон частот	>128Гц	-	-	120 Гц	200Гц и 250 Гц	-	-	-	-	-	-	-
Время обработки	9 мс	0,5 с	0,1 с	0,11 с	-	0,25 с	0,19 с	0,17 с	0,13 с	0,009 с	0,02 с	0,007 с
Проблемы	-	не правильно определяет QRS,P,T	не правильно определяет начало QRS	1)необходимо нормировать сигнал 2)не определяет пик R	Не удалось запустить исходный код	1) не все характеристики определяются точно	не стабилен в детекции пиков Q,S	не выполняет детекцию пиков Q	определяет только положение пика R	1) алгоритм определяет лишь пики S,R 2) иногда генерирует ложные детекции	1) определяет только пики R 2)не определяет пики в начале и конце сигнала	1) алгоритм определяет только пики R 2)в начале и конце могут быть ложные пики

Как видно из таблицы 1 большинство алгоритмов обладают высокой точностью распознавания особых точек ЭКГ, также все алгоритмы устойчивы к шумам. Основными параметрами, по которым проводилось сравнение это время обработки и наличие проблем.

Таким образом, после проведения тестирования описанных алгоритмов на базе PhysioBank, которая содержит большое количество записей ЭКГ, а так же проведения сравнительного анализа по различным параметрам наиболее подходящим оказался Алгоритм 1, который обладает наименьшим временем обработки сигнала, а так же у него не выявлены проблемы с определением особых точек.

### **Список литературы**

- 1) Справочник фельдшера // feldsherstvo.ru: интернет-изд. 2010. URL: <http://feldsherstvo.ru/19.html> (дата обращения: 10.11.2014).
- 2) ECG Annotation C++ Library // codeproject.com URL: <http://www.codeproject.com/Articles/20995/ECG-Annotation-C-Library> (дата обращения: 10.11.2014).
- 3) PhysioBank Archive Index // physionet.org URL: <http://physionet.org/physiobank/database/> (дата обращения: 10.11.2014).
- 4) QRS detection and waveform boundary recognition using ecgpuwave // physionet.org URL: <http://physionet.org/physiotools/ecgpuwave/> (дата обращения: 10.11.2014).
- 5) physionet.org URL: <http://www.physionet.org/physiotools/wag/gqrs-1.htm> (дата обращения: 10.11.2014).
- 6) physionet.org URL: <http://www.physionet.org/physiotools/wag/wqrs-1.htm> (дата обращения: 10.11.2014).
- 7) EP Limited: Open Source ECG Analysis Software // eplimited.com URL: <http://www.eplimited.com/confirmation.htm> (дата обращения: 10.11.2014).
- 8) Detection of ECG characteristic points using Multiresolution Wavelet Analysis based Selective Coefficient Method // sciencedirect.com URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263224109002139> (дата обращения: 11.11.2014).

9) Peak Analysis // mathworks.com URL:  
<http://www.mathworks.com/help/signal/examples/peak-analysis.html?refresh=true> (дата обращения: 11.11.2014).

10) ECG Q R S wave online detector // mathworks.com URL:  
<http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/45404-ecg-q-r-s-wave-online-detector> (дата обращения: 11.11.2014).

11) ECG QRS Detection // read.pudn.com URL:  
<http://read.pudn.com/downloads153/doc/669075/ECGQRSDetection.pdf> (дата обращения: 11.11.2014).

12) The BioSig Project // biosig.sourceforge.net URL:  
<http://biosig.sourceforge.net/index.html> (дата обращения: 11.11.2014).