

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЭКГ

Исакова Д.З.

АГМИ, ассистент кафедры ПВБ.

Аннотация: В статье выполнен обзор существующих программных продуктов для анализа и интерпретации электрокардиосигнала (ЭКГ), предложен алгоритм идентификации ЭКГ, основанный на обнаружении и временной локализации максимумов модуля вейвлет-преобразования, и нейросетевой классификатор кардиоциклов. Разработана программа для анализа и интерпретации ЭКГ.

Ключевые слова: делинеация ЭКГ, вейвлет-анализ ЭКГ, ключевые точки ЭКГ, максимумы модуля вейвлет-преобразования.

AUTOMATED SYSTEM FOR ECG ANALYSIS AND INTERPRETATION

Isakova D.Z.

ASMI, assistant of the department of IMP.

Abstract: The article reviews the existing software products for the analysis and interpretation of the electrocardiosignal (ECG), proposes an ECG identification algorithm based on the detection and temporal localization of the maxima of the wavelet transform module, and a neural network classifier of cardiocycles. A program for the analysis and interpretation of ECG has been developed.

Keywords: ECG delineation, ECG wavelet analysis, ECG key points, wavelet transform modulus maxima.

ВВЕДЕНИЕ

Диагностика сердечно-сосудистой системы человека принадлежит к числу важнейших задач кардиологии. Основные причины смертности людей в трудоспособном возрасте связана с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Этим обусловлена необходимость разработки и совершенствования средств мониторинга для объективного оценивания и прогнозирования состояния сердечно-сосудистой системы. На данный момент электрокардиограмма (ЭКГ) является самым распространенным методом диагностики работы сердечно-сосудистой системы человека.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Программное обеспечение имеет основополагающее значение при построении системы электрокардиографии высокого разрешения (ЭКГ ВР). Именно алгоритмическое и программное обеспечение определяют функциональные возможности диагностики и в значительной степени правильность постановки диагноза в целом.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 приведен перечень и ключевые возможности программ для анализа и интерпретации сигнала ЭКГ от ведущих мировых компаний-производителей электрокардиографов.

Можно выделить следующие общие проблемы, присущие многим диагностическим системам ЭКГ ВР [2]:

- сложность учета во время автоматического анализа ЭКГ сведений, не содержащихся в самой ЭКГ, но обязательно (часто неявно) учитываемых врачом при интерпретации ЭКГ;
- диагностические ошибки. Имеются оценки, что в коммерческих системах автоматического анализа ЭКГ от 5 до 20 процентов автоматических заключений полностью или частично не совпадают с врачебными заключениями. В зависимости от реализации, система может быть склонна делать вполне определенные ошибки (гипер- или гиподиагностика определенной группы ЭКГ-заключений) или вообще не выявлять какую-либо

электрокардиографическую патологию. Вероятно, что улучшение диагностики одного класса нарушений может привести к ухудшению показателей в других классах;

- неудобный пользовательский интерфейс.

Таблица 1. Программы для анализа и интерпретации сигнала ЭКГ

Название программы	Производитель	Ключевые возможности
ECG interpretation software C [1]	Schiller (Швейцария)	Больше 100 разных вариантов интерпретации ЭКГ
Signal-Averaged ECG Software (SAECG) [2]	Schiller (Швейцария)	Анализ сигнал-усредненной ЭКГ
Heart Rate Variability (HRV) Software [3]	Schiller (Швейцария)	Анализ вариабельности сердечного ритма (ЭКГ)

Исходя из проведенного анализа существующих программных средств автоматического анализа ЭКГ, выявлены основные возможности, которыми должна обладать программа, обеспечивающая анализ и интерпретацию сигнала ЭКГ:

- загрузка ЭКГ-сигнала и отображение его на экране;
- распознавание характерных элементов ЭКГ;
- расстановка маркеров узловых точек сигнала;
- автоматическое и ручное измерение интервалов ЭКГ;
- интерпретация результатов анализа информативных параметров;
- автоматическое формирование интерпретационного сообщения.

Циклический характер сигнала ЭКГ и его спектральные составляющие, которые, в основном, появляются в хорошо известных и различимых полосах частот, сделали ЭКГ подходящим кандидатом для многоуровневого разложения с помощью вейвлет-преобразования. Поэтому в основу алгоритма делинеации сигнала ЭКГ положено математический аппарат вейвлет-анализ.

В качестве материнского вейвлет был выбран биортогональный вейвлет «bior1.5». Графики скейлинг-функции и вейвлет-функции данного вейвлета

представлены на рис. 1.

Вейвлет является симметричным, имеет компактный носитель, равен первой производной от скейлинг-функции и имеет один нулевой момент. Это делает его использование очень удобным при анализе сигнала ЭКГ.

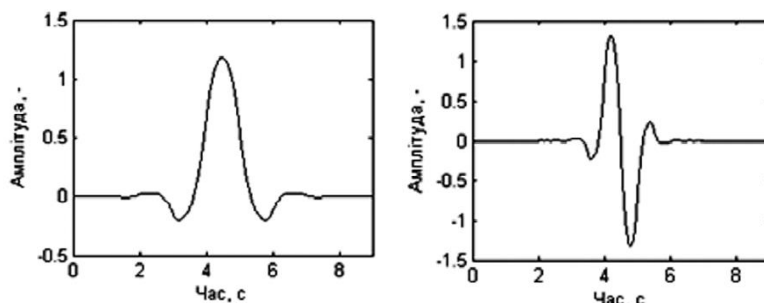


Рис. 1. Графики скейлинг и вейвлет-функции вейвлета «bior1.5»

При многоуровневом разложении сигнала (рис. 2) вычисляют коэффициенты аппроксимации A_j , которые представляют сглаженный сигнал, и коэффициенты детализации D_j , которые описывают высокочастотные колебания сигнала.

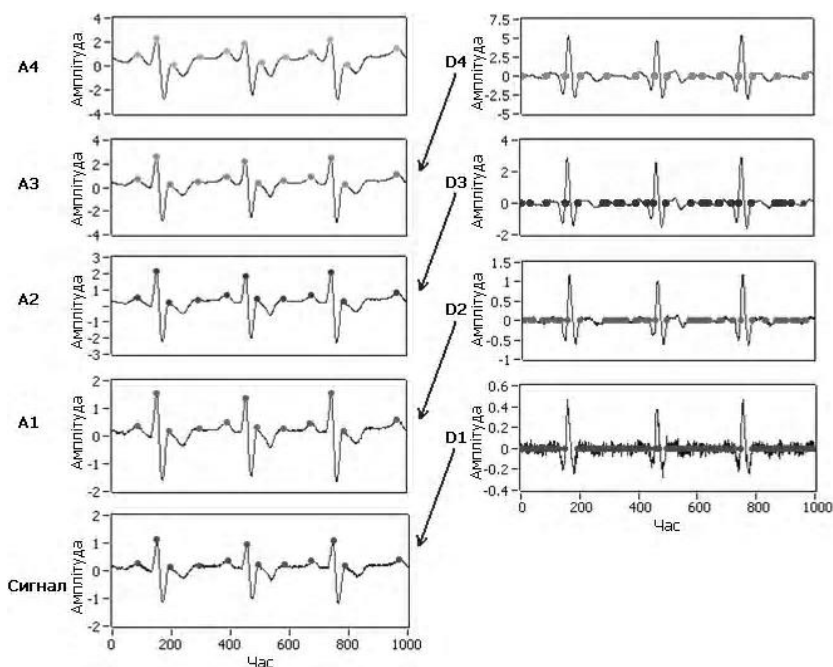


Рис. 2. Многоуровневый процесс уточнения положения пиков

На рис. 3 представлен вид главного окна программы после анализа патологической ЭКГ. На графике сигнала расставлено маркеры узловых точек и метки кардиоциклов ЭКГ; построено скаллограмму, гистограмму и

ритмограму RR-интервалов, а также заполнено соответствующую таблицу вычисленными значениями показателей ВСП временной области.

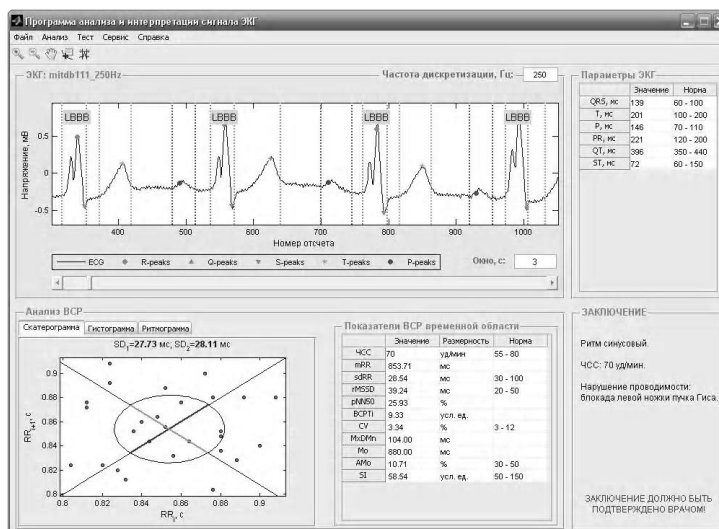


Рис. 3. Главное окно программы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнен обзор существующих программных продуктов для анализа и интерпретации сигнала ЭКГ. Предложен алгоритм делинеации ЭКГ, основанный на обнаружении и временной локализации максимумов модуля вейвлет-преобразования сигнала. Для классификации кардиоциклов сигнала предложено использовать нейронную сеть. В среде MATLAB (v. 7.11) разработана программа для анализа и интерпретации ЭКГ. По результатам проведенных испытаний можно сделать вывод, что программа имеет достаточную работоспособность и может использоваться по назначению.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. SAECG Analysis [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.schiller.ch/en/SAECG_Analysis. 2017
2. Heart Rate Variability [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.schiller.ch/en/HRV. 2018
3. Marquette 12SL ECG analysis program [Электронный ресурс] 2017.
4. GE Healthcare Cardiosoft [Электронный ресурс]. 2018