

УДК 611.1

Габдуллин Е.Т.

магистрант

Демин А.Ю. д.т.н.,

профессор кафедры электронной инженерии

Уфимский государственный авиационный технический университет

*Аннотация: проведен обзор методов анализа ЭКГ сигнала. Предложено программно-аппаратное решение для диагностики желудочковой экстрасистолии. Система поддержки принятий решений позволяет ускорить выявление патологий.*

*Ключевые слова: электрокардиограмма, поддержка принятия решений, желудочковая экстрасистолия*

### **СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ВРАЧА-КАРДИОЛОГА**

*Abstract: a review of methods for analyzing the ECG signal was carried out. A software and hardware solution for diagnosing ventricular extrasystoles is proposed. The decision support system makes it possible to accelerate the detection of pathologies.*

*Keywords: electrocardiogram, decision support, ventricular extrasystole*

### **DECISION SUPPORT SYSTEM FOR A CARDIOLOGIST**

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются самые распространенные и опасные в современном мире [1]. Они являются причиной высокого числа летальных исходов, поэтому борьба с этими болезнями входит в число самых важных задач медицинской науки и здравоохранения. Люди, страдающие ССЗ или подвергающиеся высокому риску таких заболеваний (в связи с наличием одного или нескольких

факторов риска, таких как повышенное кровяное давление, диабет или уже развившееся заболевание), нуждаются в раннем выявлении и оказании помощи путем консультирования и, при необходимости, приема лекарственных средств. Одним из наиболее широко распространенных и эффективных методов выявления признаков ССЭ является электрокардиография (ЭКГ). Однако, несмотря на распространённость метода все же есть проблемы с его использованием – метод содержит достаточно большой объем информации, который необходимо проанализировать, поэтому если в любой поликлинике Вам могут за несколько минут снять ЭКГ, то расшифровка записи является отдельной сложной задачей, которой должен заниматься медицинский персонал, имеющий достаточно высокую квалификацию и вот этот этап уже может занять достаточно большое количество времени.

Существует множество аппаратуры для снятия и анализа, ЭКГ. Следует отметить, что особенно эффективное использование медицинской аппаратуры на современном этапе стало возможно благодаря появлению микропроцессорной обработки данных, поскольку приборы на основе микро-ЭВМ производят сложную математическую обработку данных.

В реализуемой магистерской работе предложено программно-аппаратное решение, позволяющее упростить обработку ЭКГ с целью диагностики желудочковой экстрасистолии. Новизна данной работы заключается в разработке системы поддержки принятия решений при диагностике желудочковой экстрасистолии с применением цифровой фильтрации сигнала (для облегчения работы программы при расчете и анализе параметров) и программы анализа ЭКГ на наличие признаков желудочковой экстрасистолии.

На рис. 1 показана структура электрокардиографа, в ней блок фильтров реализуется на базе операционных усилителей и как правило, такие фильтры имеют не очень высокий порядок, поэтому в записанном

сигнале ЭКГ могут присутствовать не до конца отфильтрованные составляющие. Для того, чтобы организовать качественную фильтрацию сигнала в алгоритме обработки предлагается реализовать цифровые фильтры высокой и низкой частот 8 порядка, это решение также позволит работать с уже имеющимися записями сигналов ЭКГ с недостаточной степенью фильтрации.

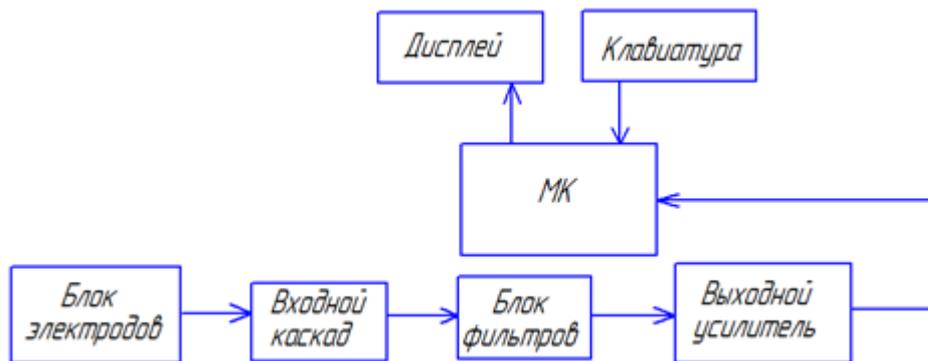


Рисунок 1 – Обобщённая структура электрокардиографа на основе микроконтроллера с аналого-цифровым преобразователем

Основные ЭКГ признаки желудочковой экстрасистолии:

- преждевременное внеочередное появление на ЭКГ изменённого желудочкового комплекса QRS;
- отсутствие перед желудочковой экстрасистолой зубца P;
- значительное расширение желудочковых комплексов более 0,12 с и деформация экстрасистолического комплекса QRS;
- расположение сегмента RS - T и зубца T экстрасистолы противоположно от основного зубца комплекса QRS;
- в большинстве случаев после желудочковой экстрасистолы регистрируется полная компенсаторная пауза (сумма интервалов от синусового комплекса до экстрасистолы и от экстрасистолы до следующего синусового комплекса равна двум интервалам R–R синусового ритма).
- продолжительность QRS более 0,11 сек.

Существует несколько вариантов обработки сигналов ЭКГ, как показал проведенный нами обзор [2-6], наиболее подходящим для микропроцессорной обработки с помощью микроконтроллеров среднего уровня является алгоритм Пана-Томпкинса который рассчитан на работу в реальном времени и основан на анализе ширины, наклона и амплитуды QRS-комплексов. Алгоритм состоит из последовательных фильтров и методов: фильтра нижних частот, фильтра верхних частот, оператора производной, возведение в квадрат, интегрирование, адаптивной пороговой процедуры и процедуры поиска.

На рис. 2 представлена разработанная блок-схема для реализации алгоритма.

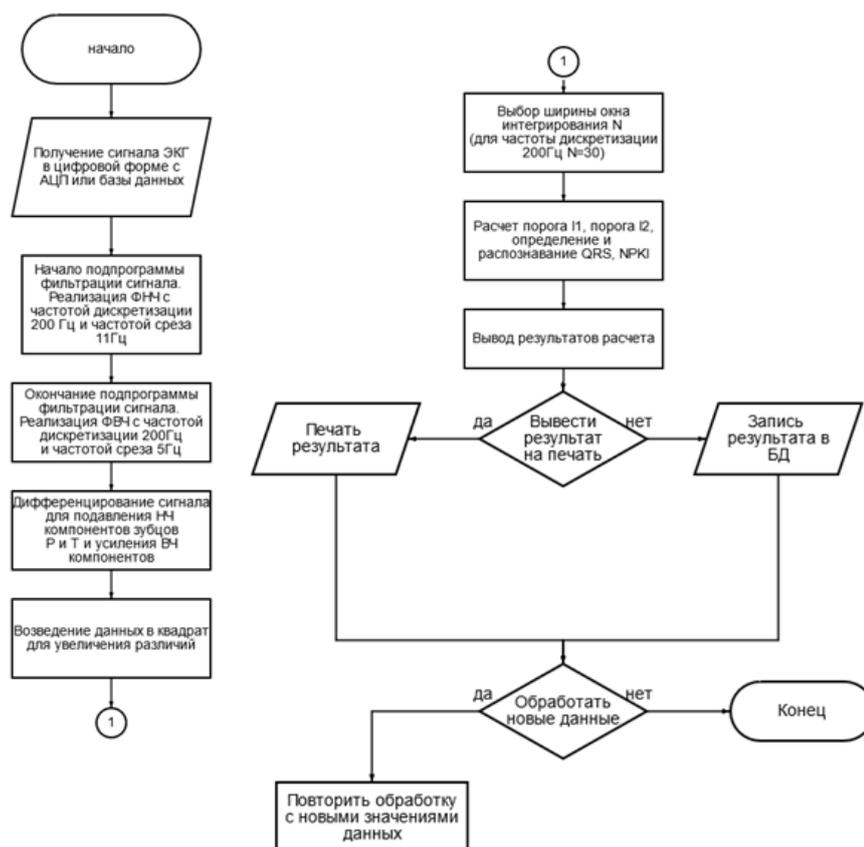


Рисунок 1 – блок-схема для реализации алгоритма обработки.

В результате написания работы реализована система поддержки принятия решений при диагностике желудочковой экстрасистолии, которая является частью блока обработки кардосигнала в

электрокардиографе. Написана программа с использованием решающего правила Пана-Томпкинса [2], которая по вычисленным параметрам RR-интервала и коэффициента формы, классифицирует сегмент как нормальный комплекс либо комплекс желудочковой экстрасистолии.

Экспериментальные исследования на учебных фрагментах реальных ЭКГ показали, что программа классифицирует каждый сегмент верно и в каждом из отведений определяет комплекс с желудочковой экстрасистолией.

### **Использованные источники**

1. Всемирная организация здравоохранения: Сердечно-сосудистые заболевания. URL: [www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](http://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) (дата обращения 20.04.2022 г.)
2. Рангайян Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход. / пер. с англ. под ред. А. П. Немирко. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2010. – 440 с.
3. Свешников, К.В. Исследование методов и алгоритмов автоматизированного анализа электрокардиосигнала при кардиостимуляции: Дисс. . канд. техн. наук. – СПб.: ЛЭТИ, 2010. – 173 с.
4. Нестерова Е.А. Основы электрокардиографии. Нормальная ЭКГ //Кардиология: новости, мнения, обучение. 2016. № 2 (9). С. 77-85.
5. Елисеева Л.Н., Сирунянц А.А., Самородская Н.А., Басте З.А. Основы электрокардиографии для студентов медицинских ВУЗов (обучающий материал и атлас учебных электрокардиограмм) //Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 10. С. 98-99.
6. Дубровин В.И., Твердохлеб Ю.В. Усовершенствование методов анализа ЭКГ-сигналов на основе вейвлет-преобразования в системе электрокардиографии высокого разрешения //Радиоэлектроника, информатика, управление. 2011. № 1 (24). С. 91-98.