

АЛГОРИТМ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА ЭКГ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОПАСНЫХ АРИТМИЙ

Талатов Ё.Т

Преподаватель, ТГТУ им. И.А. Каримова

Мираметов А. Б.

Базовый докторант (PhD), ТГТУ им. И.А. Каримова

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7303987>

Аннотация. В работе исследуются опасные нарушения ритма сердечной деятельности-аритмии, выявление которых требует длительного наблюдения за пациентом. Предлагается алгоритм обработки, анализирующий временные параметры сигнала ЭКГ. Предложенный алгоритм способен определять такие нарушения ритма, как выпадение желудочковых комплексов и разнообразные виды экстрасистол, а также оценить их основные временные параметры, что крайне важно для оценки опасности нарушений для здоровья человека.

Ключевые слова: Сердечно-сосудистой система, электрокардиограмма, экстрасистол, аритмия, временные параметры, обработка, алгоритм.

ALGORITHM FOR ANALYZING AND PROCESSING THE TEMPORAL PARAMETERS OF THE ECG SIGNAL FOR THE DIAGNOSIS OF DANGEROUS ARRHYTHMIAS

Abstract. The work investigates dangerous violations of the rhythm of cardiac activity-arrhythmias, the identification of which requires long-term monitoring of the patient. A processing algorithm that analyzes the time parameters of the ECG signal is proposed. The proposed algorithm is able to determine such rhythm disturbances as prolapse of ventricular complexes and various types of extrasystoles, as well as assess their main time parameters, which is extremely important for assessing the danger of disorders to human health.

Key words: Cardiovascular system, electrocardiogram (ECG), extrasystole (ES), arrhythmia, time parameters, processing, algorithm.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно статистике Всемирной организации здравоохранения, сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) и связанные с ними осложнения являются самой частой причиной смерти в мире и до сих пор являются самой важной и сложной для решения проблемой мировой медицины [1].

Качество функционирования сердечно-сосудистой системы (ССС) человека во многом определяет уровень его жизни, поддерживая работу необходимых механизмов организма: питание, дыхание, отвод продуктов обмена веществ и другие. Тем не менее, не всегда проблемы в работе ССС выражаются в достаточно очевидных для человека симптомах, чтобы он счёл необходимым посещение медицинского учреждения для обследования. Например, такое нарушение ритма работы сердца как экстрасистолия (ЭС), может быть обнаружено у 60-70 % населения планеты и в большинстве случаев является следствием нагрузок на нервную систему человека (курение, стресс, приём алкоголя, недосыпание и прочее). Если экстрасистолия вызвана патологическими процессами в сердце на физическом уровне, развитие этого заболевания через несколько стадий приведет к возникновению приступа мерцательной аритмии, что является одним из самых опасных для жизни видов аритмий. Аритмия, это патологическое состояние сердца,

приводящего к нарушению частоты, ритмичности либо порядка возбуждения и сокращения сердца [2,3].

МЕТОД И МЕТОДОЛОГИЯ

Для распознавания аритмий предлагается алгоритм обработки, анализирующий временные параметры сигнала ЭКГ. Предложенный алгоритм способен определять такие нарушения ритма, как выпадение желудочковых комплексов и разнообразные виды экстрасистол, а также оценить их основные временные параметры, что крайне важно для оценки опасности нарушений для здоровья человека:

- частота появления нарушений (больше или меньше 30 экстрасистол в час);
- плотность (одна или две экстрасистолы подряд);
- время появления в диастоле;
- периодичность: спорадические или регулярные (бигеминия, тригеминия, квадригеминия);

Структурная схема алгоритма предлагается на рисунке 1.

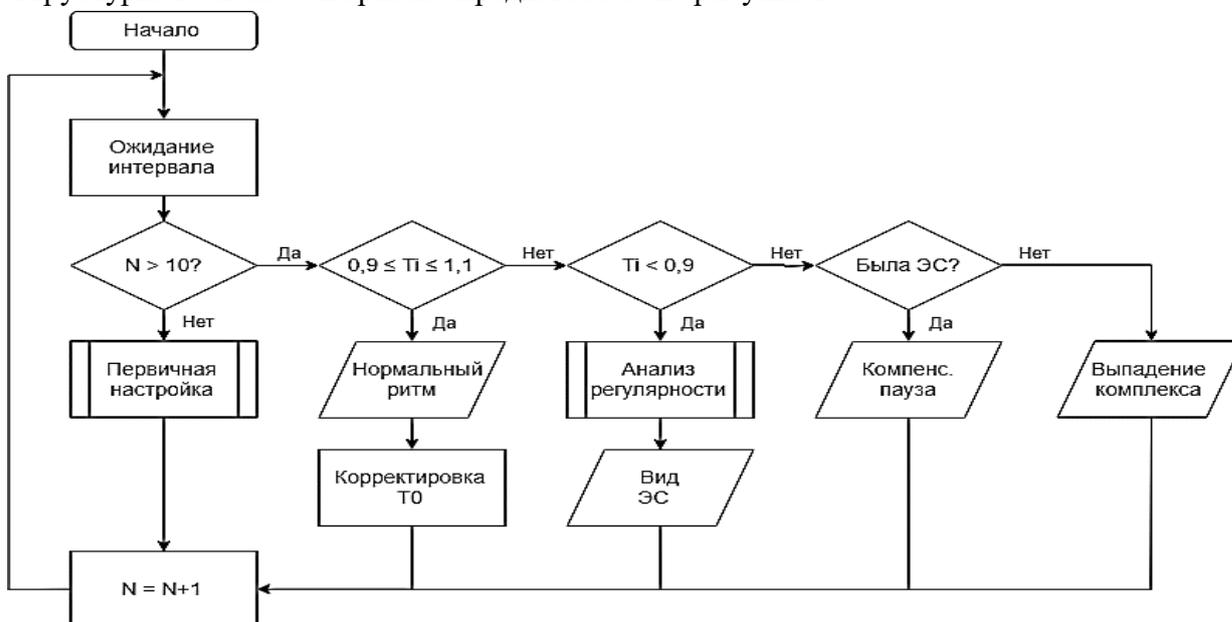


Рис.1. Структурная схема алгоритма обработки ритмограммы.

ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТ

В начале работы алгоритма анализируются RR-интервалы и, предполагая, что большинство сокращений у пациента относятся к нормальному ритму, определяет среднюю продолжительность нормального RR-интервала T_0 . После первичной настройки, длительность каждого следующего зарегистрированного RR-интервала T_i подвергается интервальной оценке. Если $0,9 \cdot T_0 \leq T_i \leq 1,1 \cdot T_0$, поступивший интервал считается нормальным и средняя продолжительность нормального RR-интервала корректируется в соответствии с новым значением: $T_0(i) = 0,9 \cdot T_0(i-1) + 0,1 \cdot T_i$. Это позволит реагировать на естественные изменения сердечного ритма. Если очередной RR-интервал не попадает в промежуток «нормальных» значений, интервальная оценка классифицирует его как эпизод экстрасистолии в случае $T_i < 0,9 \cdot T_0$ или как выпадение желудочкового комплекса в прочих случаях. При этом в базе данных хранятся предыдущие распознанные интервалы, что позволяет сделать вывод о регулярности нарушения (экстрасистола через один/два/три нормальных комплекса).

Также ведется подсчёт нарушений за каждый час наблюдения и получаем информацию о появлении эпизодов выпадения комплексов, частой экстрасистолии или групповой экстрасистолии.

ОБСУЖДЕНИЕ

Алгоритм реализован в среде Matlab с графическим интерфейсом для определения результатов классификации. В качестве обрабатываемого сигнала используется ритмограмма реального пациента, в которую вручную добавлены участки, характерные для различных нарушений, регистрируемых алгоритмом, а именно выпадение желудочкового комплекса, одиночная экстрасистола, эпизоды бигеминия и квадригеминия. Используемая ритмограмма представлена на рисунке 2.

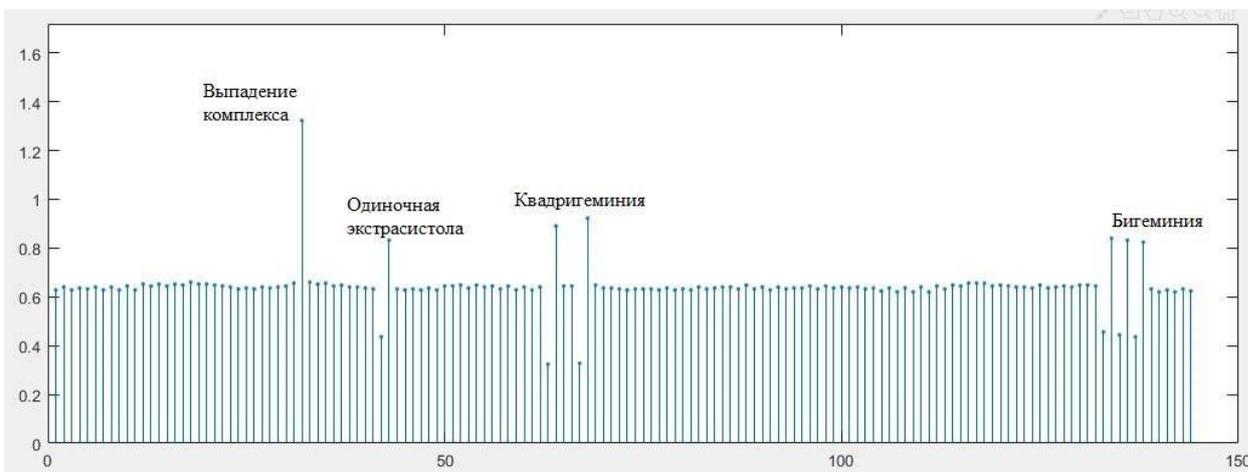


Рис.2. – Тестовая ритмограмма.

Для наглядности результат обработки тестового сигнала представлен в виде ритмограммы, где цветом обозначен тип распознанного сокращения:

- черный для этапа настройки;
- оттенки от зеленого до темно-зеленого для различных типов ЭС:
- одиночных, бигеминии, тригеминии и квадригеминии (по мере потемнения цвета);
- бежевый для компенсаторных пауз после экстрасистолы;
- красный для выпадений желудочкового комплекса;

Результат работы алгоритма представлен на рисунке 3.

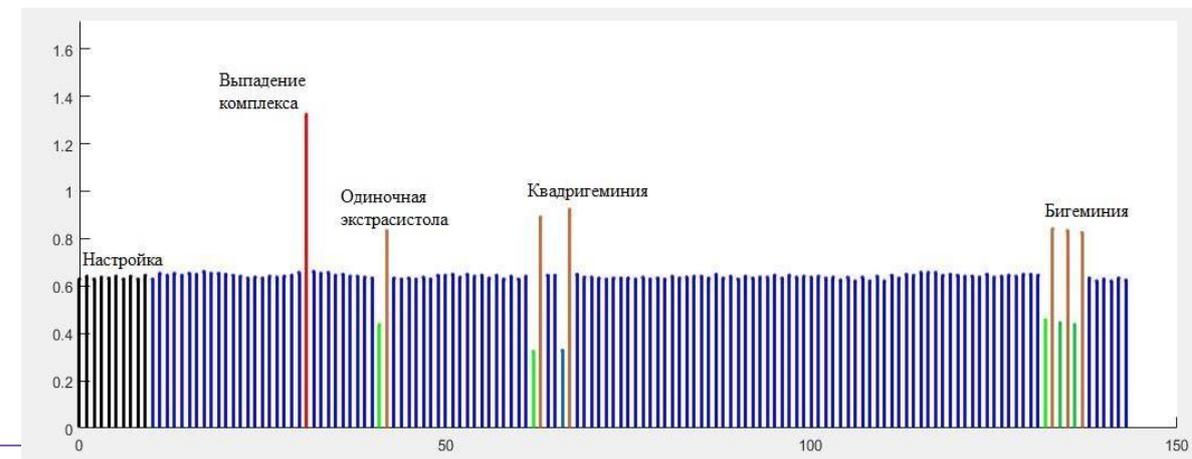


Рис.3. Результат работы алгоритма распознавания.

С помощью предложенного алгоритма определены появление четырёх видов нарушений.

ВЫВОД

В результате моделирования алгоритма обработки временных характеристик регистрируемого сигнала в среде MATLAB выявлены последовательности RR-интервалов и их классификацию и определены типы аритмии.

REFERENCES

- 1 Всемирная организация здравоохранения. Сердечно-сосудистые заболевания. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- 2 А. Н. Глебов, Ф. И. Висмонт. Патология нарушений ритма сердца. БГМУ 2014 г.
- 3 D. D. Mehta, N. T. Nazir, R. G. Trohman, and A. S. Volgman, "Single-lead portable ECG devices: Perceptions and clinical accuracy compared to conventional cardiac monitoring", *Journal of Electrocardiology* 48 (2015), стр.