

МУЛЬТИФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ

Кудинов О.Б., Марченко С.А.

Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. Корепанов А.Л.
 Севастопольский национальный технический университет, Украина
 E-mail: elt.sevntu@gmail.com

Аннотация — Выявлена зависимость Хаусдорфовой размерности электрокардиограммы и ритма сердца. Приведена характеристика данной зависимости.

1. Введение

В практической медицине необходимы методы точного и эффективного диагностирования. К этим методам относятся методы фрактального и мультифрактального анализа. Суть этих методов заключается в определении Хаусдорфовой размерности (характеризующей влияние проводящей системы сердца на формирования сердечного ритма) и спектра размерностей исследуемого сигнала.

В докладе применяется метод мультифрактального анализа, получивший название *Detrended Fluctuation Analysis (DFA)* для выявления зависимости размерности ЭКГ-сигнала от частоты сердечных сокращений (ЧСС).

2. Основная часть

За основу для анализа был выбран не конкретный параметр работы сердечной мышцы, а линия электрокардиограммы определенной длительности без каких-либо дополнительных обработок. Это обусловлено тем, что в ЭКГ-сигнале присутствуют высокочастотные низкоамплитудные составляющие, принимаемые за бесполезный шум. Однако известно, что спектральная плотность мощности шума, характеризуется степенным законом с постоянным показателем (β): $S(f) \propto f^{-\beta}$, где f — частота, β принимает любые положительные значения. Для сигнала, имеющего фрактальную составляющую, β связан с параметром Хёрста (H), характеризующим степень стохастичности сигнала, соотношением: $\beta=2H+1$, где $0<H<1$, β лежит в области $1<\beta<3$ [1]. Показано, что сердечный ритм имеет фрактальную природу [2] и показатель степени в определении спектра мощности, также связан с параметром Хёрста. Исходя из этого, считаем, что низкоамплитудный высокочастотный сигнал является полезным сигналом.

Для исследования были использованы данные из базы данных физиологических сигналов [3], в количестве 18 регистраций, длительностью 10 секунд. Регистрации были получены во II-м отведении и оцифрованы с частотой 128 Гц при разрядности АЦП 16 бит. Записи были помечены, как имеющие нормальный синусовый ритм. Исследование проводили посредством программы «Spectra Analyzer», предназначенной для анализа скалярных временных рядов.

В результате анализа каждой записи ЭКГ, были получены графики мультифрактальных спектров сингулярности, посчитана величина ЧСС. Определена величина Хаусдорфовой размерности ЭКГ-сигнала. И проведен поиск зависимости, графическим способом, между величиной ЧСС и тысячными долями размерности Хаусдорфа (т.к. флуктуации данной величины близки к единице). В результате был получен график, изображенный на рис. 1, из которого видно, что зависимость имеет обратнопропорциональный характер.

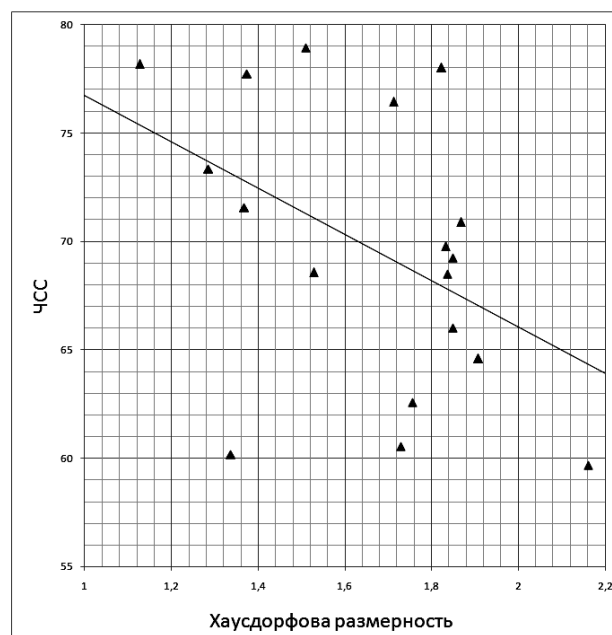


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, выявлена зависимость между Хаусдорфовой размерностью и величиной частоты сердечных сокращений в ЭКГ-сигнале, посредством мультифрактального анализа.

Показано, что с увеличением ритма сердца происходит линейное уменьшение величины Хаусдорфовой размерности.

4. Список литературы

- [1] Короленко П.В. Новационные методы анализа стохастических процессов и структур в оптике. Фрактальные и мультифрактальные методы, вейвлет-преобразования / П.В. Короленко, М.С. Маганова, А.В. Меснянкин. — М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004. — 82 с.
- [2] Бакусов Л.М. Исследование фрактальных характеристик ритма сердца / Л.М. Бакусов, Р.Ч. Зулкарнеев // Вестник новых медицинских технологий. — Хабаровск: ДГМУ, 1997. — Т.4, №3. — С.67 — 70.
- [3] Physionet / National institute of general medical science. — <http://physionet.org>. — 03.02.2013.

MULTIFRACTAL ANALYSIS OF THE ELECTROCARDIOGRAM

Kudinov O.B., Marchenko S.A.

Scientific adviser: Korepanov A.L.

Sevastopol National Technical University, Ukraine

Abstract — The dependence of the Hausdorff dimension of ECG and the heart rate has been established. The characteristic of this dependence are given.