



## ОБНАРУЖЕНИЕ ИНФАРКТА МИОКАРДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕКРЁСТНОГО ВЕЙВЛЕТ АНАЛИЗА ЦИФРОВОГО ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА

(Самарский университет)

Задача анализа сигнала электрокардиограммы (ЭКГ) является актуальной в современной медицине и биотехнологиях. Именно в сигнале ЭКГ заключена наиболее важная информация о здоровье пациента, необходимая для того, чтобы поставить правильный диагноз. На данный момент существуют различные методы анализа кардиосигналов, которые основываются на преобразовании Фурье [1, 5], преобразовании Гильберта [2] или иных методах выделения значимых областей кардиограммы.

Однако сигнал кардиограммы не является стационарным потому, одним из наиболее перспективных подходов в анализе нестационарных сигналов является вейвлет-преобразование [3]. Благодаря вейвлет-анализу можно получить вид сигнала в частотно-временной области, что позволяет локализовать определённые пики и частоты, позволяющие провести дальнейшее исследование сигнала и его особенностей [4]. Также данный подход позволяет производить фильтрацию входного сигнала и удаления линии тренда посредством дискретного вейвлет-преобразования с последующим восстановлением сигнала по коэффициентам определённого уровня.

Исходные сигналы были взяты из базы Physikalisch-Technische Bundesanstalt [6]. Записи в выбранной базе данных сопровождаются аннотациями с описанием пациента и диагноза, который был ранее поставлен врачом-кардиологом. Каждый сигнал записывался на протяжении 1 минуты с частотой дискретизации в 1000 Гц. Перед применением перекрёстного вейвлет преобразования требуется предварительную обработку сигнала, которая заключается в следующих шагах:

- 6) Удаление шумов и линии тренда сигнала;
- 7) Выделение R-пиков и сегментация сигнала на сердечные такты;
- 8) Интерполяция каждого сегмента и приведение его к длине в 1000 отсчётов;
- 9) Сдвиг R-пика сегмента в середину;
- 10) Расчёт среднего сегмента сигнала.

Каждый сигнал проходит предварительную обработку независимо и перед последним шагом представляет собой набор сердечных тактов. Пример подобного набора продемонстрирован на рисунке 1. Для обобщения информации о пациенте и уменьшения времени и сложности дальнейших вычислений целесообразно будет рассчитать среднее значение сердечного такта в сигнале.

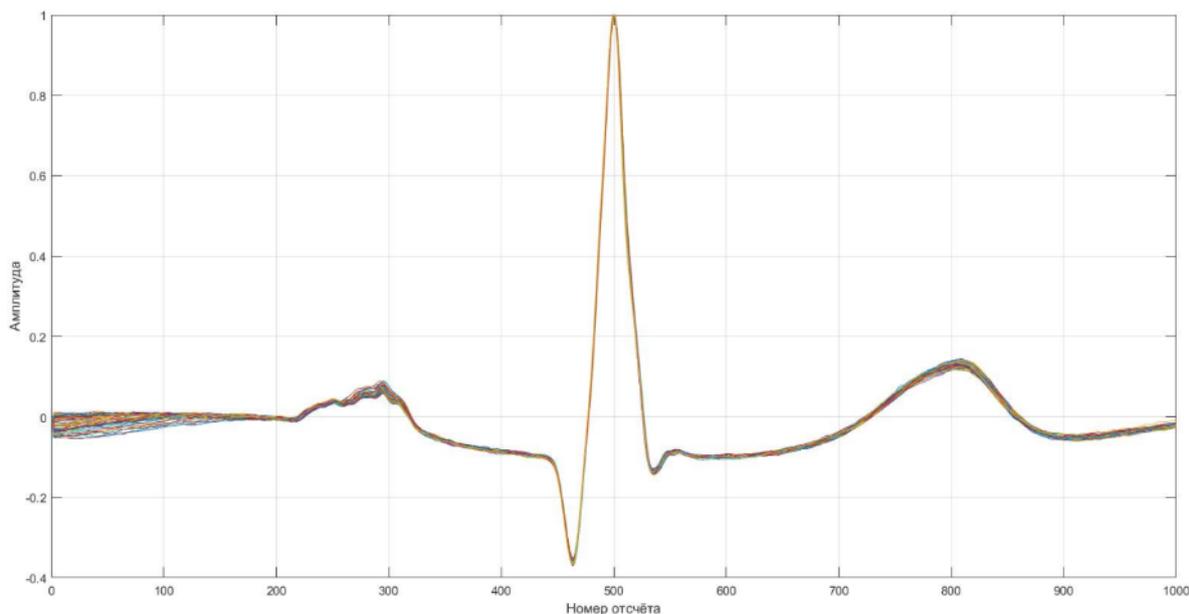


Рис. 1. Набор сердечных тактов сигнала

После получение среднего сердечного такта сигнала требуется провести перекрёстное вейвлет преобразование с сегментом-шаблоном, за основу которого взят сигнал здорового пациента. Результатом данного преобразования будут являться вейвлет-корреляция и взаимный вейвлет-спектр двух сегментов, представленные на рисунке 2.

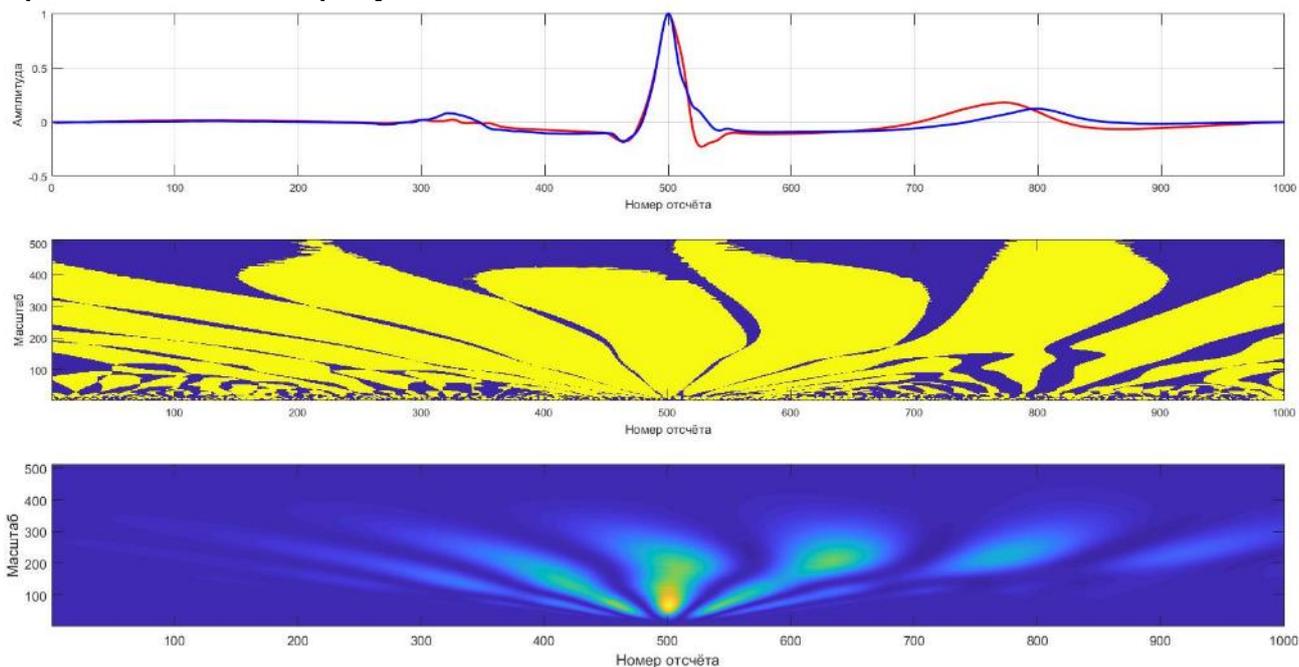


Рис. 2. Сравнение сегмента с шаблоном, вейвлет-корреляция и вейвлет спектр

Для того чтобы сформировать признаки для каждого классифицируемого сердечного такта, требуется провести суммирование вейвлет-корреляции и вейвлет-спектра в интервале от 420 до 900 отсчётов по временной шкале и от 100 до 450 масштаба по шкале масштабов. В результате суммирования спектра и корреляции будут получены два значения, которые будут являться отличительным признаком сигнала.



Следующим шагом будет проведение классификации с помощью метода опорных векторов, основанным на оптимизации минимальной последовательности. Результат классификации продемонстрирован на рисунке 3.

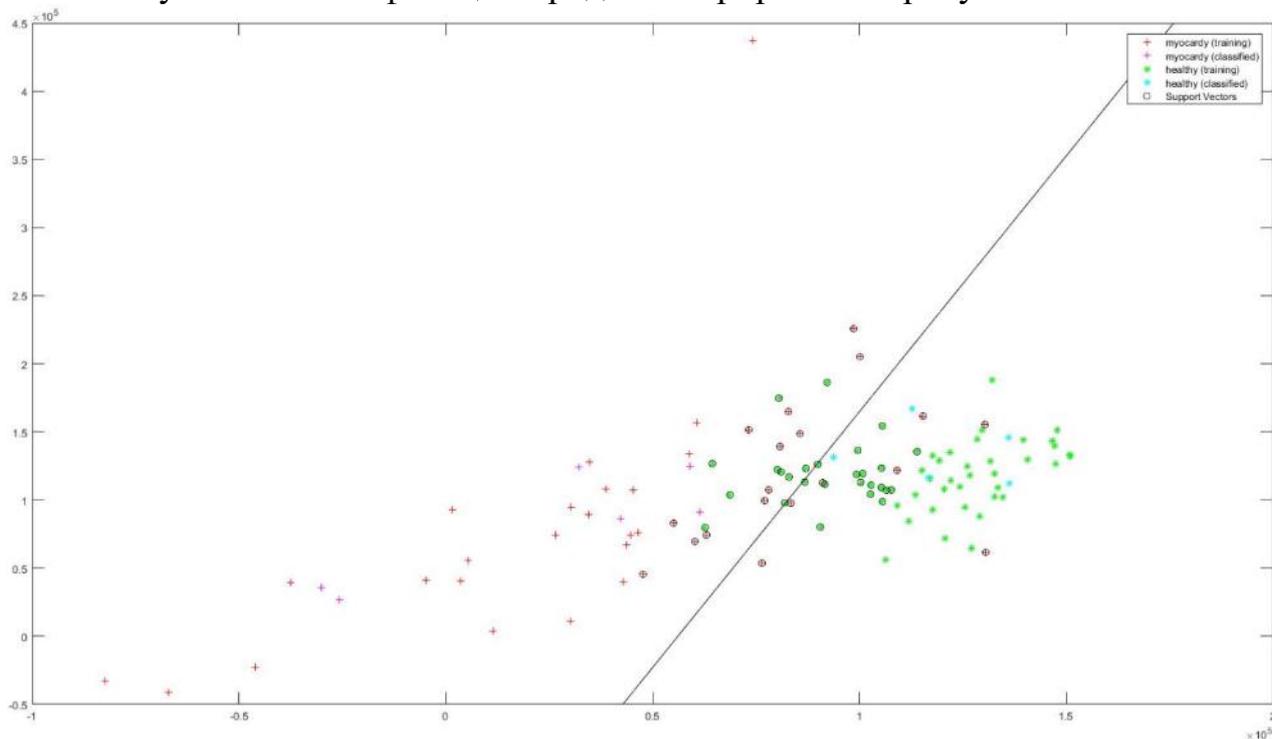


Рис. 3. Результаты классификации методом опорных векторов

После прохождения кросс-валидации по десяти блокам были получены следующие результаты классификации линейным методом опорных векторов: чувствительность 81%, специфичность 87% и точность 84%.

### Литература

- 1 Surda, J. Spectral Properties of ECG Signal / J. Surda, S. Lovas, J. Pucik, M. Jus – 17th International Conference Radioelektronika, 2007. – 5 p.
- 2 Fedotov, A.A. Effective QRS-Detector Based on Hilbert Transform and Adaptive Thresholding / A.A. Fedotov, A.S. Akulova, S.A. Akulov // IFMBE Proceedings. – 2016. - Vol 57. – P. 140-144.
- 3 Грибунин, В.Г. Введение в вейвлет-преобразование / В. Г. Грибунин. – Санкт-Петербург, АВТЭКС, 2000 – 59 с.
- 4 Daubechis, I. The wavelet transform time frequency localization and signal analysis / I. Daubechis – IEEE Transactions on Information Theory, 1990. – Vol. 36(5) – P. 961–1004.
- 5 Liping L. A Quality Assessment Method of Single-Lead ECG Signal Based on Spectral Analysis / Liping Li – 8th International Conference on Information Technology in Medicine and Education, 2016 – P. 35-38.