

# Мышки и ЭКГ

## 1 Обзор литературы

### 1.1 Работы, построенные на анализе высокочастотной части ЭКГ:

**TODO:** больше статей всяких и разных. Здесь набор статей с различными признаками, основанными на анализе высокочастотной части ЭКГ, применяемыми для диагностики всевозможных заболеваний сердца.

1. Самой ранней найденной статьей, изучающей влияние болезней сердца (перенесенного инфаркта миокарда) на высокочастотные области ЭКГ является статья П. Лангнера 1953 года[1]. Экспериментальная выборка - 21 пациент перенесший инфаркт миокарда 1-9 лет назад, и 60 здоровых. Автор рассматривает кардиограммы записанные с разрешением, позволяющим разрешить сигналы чатот порядка 1kHz. Никаких численных данных не приведено, но визуальным анализом кардиограмм автор приходит к выводу, что у 14 из 21 пациента перенесших инфаркт кардиограммы содержат повышенное число аномальных высокочастотных особенностей («notching, slurring and beading»).
2. В статье 1981 года[2] исследуется влияние инфаркта миокарда на QRS сегмент сигнала ЭКГ. Основной упор авторы делают на такие признаки, как среднеквадратичное значение высокочастотного сигнала (RMS) и на число засечек (notches) и размытостей (slurs). Полученные сигналы усредняются по 256 кардиоциклам. Авторами получен результат - высокочастотный спектр сигнала ( $> 80\text{Hz}$ ) ослабляется инфарктом миокарда (уменьшаются среднеквадратичное значение, амплитуда первой производной сигнала, спектральная плотность в области высоких частот). Так же увеличивается число засечек на сигнале (они определяются как смена знака первой производной сигнала ЭКГ).
3. В статье 1987 года[3] исследуются пациенты, проходящие коронарную ангиопластику (операцию по устранению коронарной недостаточности). Здесь вводится термин RAZ (Reduced Amplitude Zone) - утверждается, что на ЭКГ пациентов до операции имеется характерный провал в интенсивности высокочастотного (150-250Hz) сигнала ЭКГ в районе R пика.
4. Интересный обзор существующих методов исследования высокочастотных компонент ЭКГ и их влияние ишемической болезни и ИМ можно найти в диссертации Э. Трагард[4]. В качестве широко используемых признаков для исследования высокочастотного спектра приводятся среднеквадратичное отклонение высокочастотной части (150-250Hz), а также наличие зоны пониженной амплитуды (RAZ) и ее характеристики.
5. В статье 2013 года[5] исследуется влияние ишемической болезни на высокочастотный спектр ЭКГ. Авторы работают с ЭКГ снятой на сверхвысокой частоте - 25kHz. Для подавления шумов эксперимент проводится в клетке Фарадея расположенной глубоко в подвале, питание осуществлялось от батарей, кабели для передачи данных наружу использовались оптоволоконные (!sic). ЭКГ снималась с 14 пациентов: 7 здоровых волонтеров и 7 пациентов с ишемией. Каждая запись длится 15 минут. Далее запись каждого пациента разбивалась на отдельные кардиоциклы, они усреднялись и для каждого пациента считалась средняя продолжительность QRS комплекса в высокочастотном спектре и в низкочастотном (на самом деле не совсем так). В результате получилось, что у больных пациентов продолжительность QRS комплекса в высокочастотном диапазоне (150-250Hz) выше, чем у здоровых пациентов со статистической значимостью 0.007.

### 1.2 Низкочастотное исследование ЭКГ:

1. Интересная работа - магистерская диссертация из MIT[6] посвященная классификации сердечбиений - выделению смещенных ударов сердца. Для классификации использовались признаки

- коэффициенты вейвлет разложения, энергия сигнала ЭКГ в различных сегментах кардиоцикла, интервалы между соседними сердцбиениями, морфологическое расстояние между текущим ударом и средним ударом. Для классификации использовался SVM.

## 2 Популярные базы данных

Базы ЭКГ с частотами  $> 500\text{Hz}$ :

#	Название	Частота	#записей	#пациентов	длительность
1	ANSI/AAMI EC13 Test Waveforms	720 Hz	?	?	?
2	The ECG-ID Database	500 Hz	310	90	20s
3	Intracardiac Atrial Fibrillation Database	1 kHz	8	8	?
4	The PTB Diagnostic ECG Database	1 kHz	549	290	2m
5	T-Wave Alternans Challenge Database	500 Hz	100	?	2m

Основная база данных:

Название	Частота	#записей	#пациентов	длительность
База данных СПбГМУ	2 kHz	167	21	$\sim 1.5s$

## 3 Эксперимент

**NB:** исходные коды эксперимента доступны на [https://github.com/ilya-yamschikov/ECG\\_MIPT](https://github.com/ilya-yamschikov/ECG_MIPT)

Вообще говоря, я не совсем разобрался с данными из СПбГМУ, а точнее как там понять какая мышь относится к какому классу. Так что:

**TODO:** Прodelать то же самое на основной базе данных.

Для проверки высокочастотных признаков проведен эксперимент над базой данных PTB из которой были отобраны два класса пациентов - здоровые и перенесшие инфаркт миокарда (здоровых - 80, перенесших инфаркт - 368). Для пациентов имеются записи ЭКГ, записанные на частоте  $1\text{kHz}$  продолжительностью две минуты.

Для классификации использовались самые банальные признаки эксплуатирующие знания о высоких частотах - интенсивность высокочастотной компоненты (Root Mean Square) и интенсивности спектра на различных диапазонах частот (опять же RMS). Частота с которой начинается высокочастотный спектр была взята  $200\text{Hz}$ .

Итого использовалось 5 признаков:

1 Root Mean Squared сигнала с частотой

2-5 RMS диапазонов частот 200 – 250, 250 – 300, 300 – 400, 400 – 500

В результате - например  $kNN$  с  $k = 10$  дает качество классификации 83%

**TODO:** больше признаков - ввести RAZ, прикрутит вейвлеты, прикрутить низкочастотные признаки...

## Список литературы

- [1] P H Langner. Further studies in high fidelity electrocardiography: myocardial infarction. *Circulation*, 8(6):905–13, 1953.
- [2] A L Goldberger, V Bhargava, V Froelicher, and J Covell. Effect of myocardial infarction on high-frequency qrs potentials. *Circulation*, 64(1):34–42, 1981.
- [3] S Abboud; R J Cohen; A Selwyn; P Ganz; D Sadeh; P L Friedman. Detection of transient myocardial ischemia by computer analysis of standard and signal-averaged high-frequency electrocardiograms in patients undergoing percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation*, 1987.
- [4] E.Tragardh. *Adjuncts to the Conventional 12-Lead ECG*. PhD thesis, Lund University, 2007.
- [5] J. ; Leinveber P. ; Vondra V. ; Soukup L. ; Vesely P. ; Sumbera J. ; Zeman K. ; Martinakova L. ; Jurakova T. ; Novak M. Jurak, P.; Halamek. Ultra-high-frequency ecg measurement. *Computing in Cardiology Conference (CinC)*, pages 783 – 786, Sept. 2013.
- [6] Jenna Marleau Wiens. Machine learning for patient-adaptive ectopic beat classification. Master’s thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2010.