

# ПОСТРОЕНИЕ ТИПОВОГО КАРДИОЦИКЛА В СИСТЕМЕ CARDIOQVARK

*Р.В.Исаков, О.В. Сунцова<sup>1</sup>*

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и  
Николая Григорьевича Столетовых  
<sup>1</sup> Медицинский проект CardioQVARK  
E-mail: [Isakov-RV@mail.ru](mailto:Isakov-RV@mail.ru), [79152314523@yandex.ru](mailto:79152314523@yandex.ru)

Острая проблема заболеваемости и смертности в следствие сердечно-сосудистых патологий приводит к активной разработке методов и средств автоматизированной компьютерной диагностики. Самым распространенным и информативным методом получения диагностической информации о сердечно-сосудистой системе является электрокардиография.

Внедрение дистанционного телеметрического контроля функционального состояния человека по электрокардиосигналу (ЭКС) в последнее время получило активное развитие. Современным решением для индивидуального использования является применение смартфонов в паре с блоком регистрации биосигналов. Смартфон при этом осуществляет коммуникационную функцию, т.е. отправляет физиологическую информацию на сервер и принимает результаты анализа. Примером такого подхода является система CardioQVARK [2]. Данная система, используя только ЭКС и некоторые параметры пользователя (возраст, рост, вес и т.п.), рассчитывает различную диагностически ценную информацию (параметры variability сердечного ритма, корреляционные ритмограммы, частотный спектр ритма и др.). Круглосуточный телеметрический контроль ЭКС множества пользователей системы позволяет получать большие объёмы экспериментальных данных для отработки методов обработки и анализа кардиосигналов.

Поэтому в данной работе была использована база данных системы CardioQVARK [2] для решения задачи повышения качества построения типового кардиоцикла. Информация о функциональном состоянии миокарда закодирована в структуре кардиоциклов, но они претерпевают изменения в процессе работы сердца. Причинами этого являются не только внутренние изменения, но и влияние помех. Все это приводит к искажению и неоднозначности информации о структуре сердца. Поэтому проблема выявления и визуализации типовой модели кардиоцикла является актуальной задачей.

Анализ ЭКС базируется на типовой процедуре обработки сигнала:

1. Минимизация синфазной составляющей сигнала (выделение полезной составляющей);
2. Удаление дрейфа нуля (высокочастотная фильтрация);
3. Удаление высокочастотных помех (низкочастотная фильтрация);
4. Удаление гармонических помех (режекторная фильтрация);
5. Масштабирование сигнала (усиление);
6. Определение опорных точек в сигнале (положение R-зубца);
7. Расчет типового кардиоцикла, его параметров и отображение кривой ЭКГ и ритма.

Первые пять этапов обработки выполняются с помощью аналоговых или цифровых фильтров и усилителей. Основная задача этих этапов – выделить полезный сигнал на фоне помех при минимизации его искажения самой системой обра-

ботки. Последние два этапа в представленной выше процедуре обработки ЭКС относятся к задаче анализа данных, так как позволяют получить информацию о состоянии сердца, как в количественной, так и в качественной форме.

Врачи-кардиологи для ручной расшифровки электрокардиограмм (ЭКГ) обычно используют: амплитуды зубцов ЭКГ, ключевые интервалы между зубцами и т.п. Затем, по установленным в кардиологии правилам расшифровки ЭКГ составляется диагноз.[1] Для этого, требуется точная локализация опорных точек (рис.1) для каждого элемента ЭКГ, что является сложной задачей для автоматизированных систем в условиях помех, и поэтому снижает надёжность и достоверность результатов.

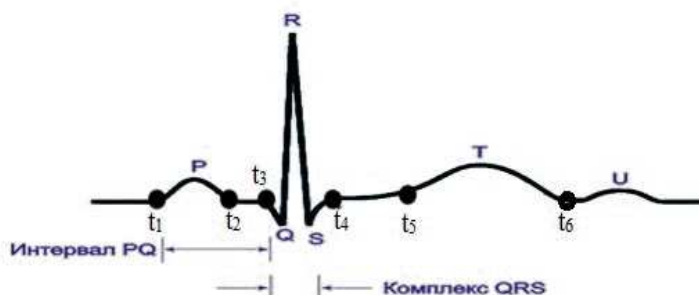


Рис. 1. Опорные точки ЭКГ

Для увеличения качества ручного или автоматизированного анализа формы ЭКГ необходимо произвести выбор подхода к построению типового кардиоцикла, отличающегося повышенной надёжностью и минимальным внесением искажений.

Существует несколько подходов для решения данной проблемы:

1) Использование одного из зарегистрированных кардиоциклов без дополнительной обработки. Достоинством этого подхода является наблюдение реального электрокардиосигнала (ЭКС) и простота получения, однако данный фрагмент является лишь одной из возможных реализаций электрической работы сердца с наложенными на неё помехами.

2) Нахождение среднего кардиоцикла по ансамблю нескольких реализаций кардиоциклов, синхронизированных относительно R-зубца. Достоинство данного подхода заключается в подавлении случайных изменений ЭКС и выделении только регулярных (типовой структуры). Аритмичные и артефактные кардиоциклы могут значительно исказить усредненный кардиоцикл.

3) Компенсация дыхательных волн и удаление аритмичных (нетипичных) кардиоциклов перед процессом усреднения. Для этого исходный сигнал подвергается обработке специальными методами, что вносит в него дополнительные искажения.

Для снижения искусственных искажений типового кардиоцикла при визуализации структуры ЭКС предлагается двухпроходный алгоритм его построения:

- Фильтрация сигнала цифровым фильтром в диапазоне 0.05 ... 100 Гц;
- Локализация R-зубцов алгоритмом Пана-Томпкинса;
- Вырезание временного окна, соответствующего кардиоциклу (КЦ);
- Центрирование КЦ относительно среднего для выравнивания изоэлектрической линии ЭКС без утраты информации об амплитудных параметрах КЦ;
- Построение временного усредненного КЦ, построенного по ансамблю из всех КЦ;

- Контроль самоподобия всех КЦ путем их сравнения с временным усредненным КЦ. При выявленном несовпадении данный КЦ выпадает из усредняющей выборки;

- Усреднение по ансамблю, прошедших контроль КЦ.

В результате формируется усредненный КЦ, состоящий только из допустимых по качеству КЦ не подвергшихся дополнительным искажениям.

Для оценки эффективности предложенной методики обработки ЭКС было произведено экспериментальное исследование, в котором сравнивались одновременно полученные типовые кардиоциклы по ЭКС системы CardioQVARK и клинического 12 канального кардиографа Cardio7 Bionet (Ю.Корея) на одних и тех же испытуемых. Серия из 12 регистраций дала возможность констатировать существенное повышение качества типовых КЦ (рис.2).

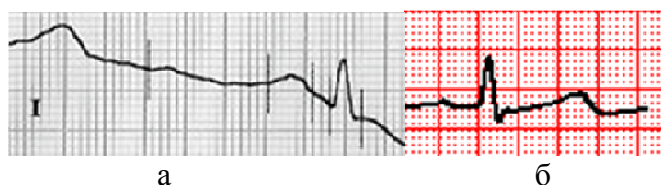


Рис. 2. Пример сопоставления типовых КЦ (а - кардиограф Cardio7 Bionet, б - система CardioQVARK)

Разработанная методика выявления и визуализации структуры кардиоцикла позволяет избежать искусственных деформаций кардиоциклов перед процессом усреднения. Такой подход дает наиболее точную информацию об особенностях функционирования миокарда сердца.

Полученный сигнал можно использовать для наблюдения за изменениями функционального состояния сердца в разных отведениях, а также брать в качестве основы для систем автоматизированной диагностики и верификации записи.

### Литература

1. Зудбинов Ю.И. Азбука ЭКГ. Изд. 3-е. Ростов-на-Дону: изд-во «Феникс», 2003. — 160с.
2. Медицинский проект CardioQVARK [www.cardioqvark.ru](http://www.cardioqvark.ru)

### Сведения об авторах

*Исаков Роман Владимирович – к.т.н., доцент, дата рождения: 12.06.1981г*

*Сунцова Ольга Валерьевна – координатор проекта CardioQVARK, дата рождения: 07.05.1985г*

Вид доклада: устный / **стендовый**