



#### **4. Оценка результата классификации тестовых изображений с новым набором признаков**

В работе представлены результаты классификации изображений кристаллограмм с применением локальных признаков пространственного спектра. Для классификации изображений использовался метод 3 ближайших соседей. В качестве метрики использовалось в евклидовом пространстве. Наименьшая ошибка значением 6 % была получена при сегментации изображения пространственного спектра исходного изображения на 4 сектора и 8 колец. Далее был найден информативный набор признаков, для формирования которого используется разработанный метод, основанный на алгоритме дискриминантного анализа. Применение информативного набора признаков снизило значение ошибки до 4 %.

#### **Благодарности**

Работа выполнена при частичной поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации мероприятий Программы повышения конкурентоспособности СГАУ среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2013–2020 годы; грантов РФФИ № 15-29-03823, № 15-29-07077, № 16-41-630761; № 16-29-11698; программы № 6 фундаментальных исследований ОНИТ РАН «Биоинформатика, современные информационные технологии и математические методы в медицине» 2017 г.

#### **Литература**

1. Kravtsova N., Paringer R., Kupriyanov A. Development of methods for crystallogram images classification based on technique of detection informative areas in the spectral space // CEUR Workshop Proceedings, 2016, Vol.1638, P. 357-363 DOI: 10.18287/1613-0073-2016-1638-357-363
2. Ильясова Н.Ю., Куприянов А.В., Парингер Р.А. Формирование признаков для повышения качества медицинской диагностики на основе методов дискриминантного анализа. Компьютерная оптика. 2014. Т. 38, № 4. С. 81–856
3. Biryukova, R. Paringer, A.V. Kupriyanov. Development of the effective set of features construction technology for texture image classes discrimination // CEUR Workshop Proceedings, 2016, Vol.1638, P. 263-269 DOI: 10.18287/1613-0073-2016-1638-357-363

А.В. Кузьмин

### **МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРДЦА**

(Пензенский государственный университет)

Сердце человека представляет собой сложную систему, на которую возложены жизненно важные функции. Диагностика состояния сердца является важной задачей как с медицинской, так и с социальной точек зрения, поскольку



заболевая сердца являются одной из наиболее острых медицинских проблем современности.

Поскольку основным аспектом функционирования сердца является его электрическая активность, то его исследование электрической в том или ином виде является востребованным с точки зрения диагностических возможностей. Любые подобные исследования основываются на определенном представлении о сердце как об объекте, обладающем электрической активностью. Для этой цели разработаны модели электрической активности сердца. Общим в ряду таких моделей является то, что все они представляют сердце в качестве некоего эквивалентного электрического генератора с некоторыми упрощениями и допущениями.

Одной из таких моделей является многодипольная модель электрической активности сердца, предложенная академиком Л.И. Титомиром [1]. Данная модель позволяет в процессе исследования электрической активности сердца учитывать индивидуальные геометрические параметры сердца конкретного пациента и его грудной клетки, что является немаловажным с учетом перспектив практического использования предлагаемых методов в диагностике состояния сердца [2].

Многодипольная модель предполагает, что сердце состоит из конечного числа электрически активных объектов - диполей, расположенных в определенных точках миокарда и ориентированных вдоль вектора момента (т.е. по нормальному направлению относительно данного участка поверхности сердца), при этом величина их изменяется в течение кардиоцикла. Каждый такой диполь представляет общую электрическую активность участка сердца. Сумма действий всех диполей, составляющих модель, по определенному закону формирует электрокардиосигнал, который регистрируется на поверхности тела.

Предлагаемая методика исследования электрической активности сердца с помощью многодипольной модели электрической активности сердца включает следующие этапы:

- регистрация электрокардиосигнала в точках отведений;
- определение антропометрических данных;
- регистрация флюорографических снимков;
- определение геометрических параметров трехмерной модели грудной клетки;
- определение геометрических параметров трехмерной модели сердца;
- определение координат точек отведений в модельной системе координат;
- определение координат диполей в модельной системе координат;
- определение параметров многодипольной модели электрической активности сердца;
- синтез модельного электрокардиосигнала;
- сравнение исходного и синтезированного электрокардиосигналов.

Определение антропометрических данных в данном случае заключается в измерении обхвата грудной клетки, ее размеров во фронтальной и боковой проекциях. Данные размеры затем используются на этапе определения



геометрических параметров трехмерной модели грудной клетки и определяют координаты диполей.

Регистрация флюорографических снимков требуется для определения размеров и положения сердца внутри грудной клетки. Данные параметры затем используются на этапе определения геометрических параметров трехмерной модели сердца и определяют координаты точек отведений.

Экспериментальные исследования модели электрической активности сердца позволяют определить адекватность предложенных расчетных алгоритмов, исследовать устойчивость решения в реальных условиях, а также выявить потенциальные направления совершенствования предложенных методик и алгоритмов.

Как показывают предыдущие исследования [3], одним из наиболее ответственных этапов, результаты выполнения которого влияют на результаты моделирования, является определение параметров модели на основе электрокардиографических данных, что, по сути, включает решение обратной задачи электрокардиографии. При этом на решение оказывают заметное влияние не только погрешности в исходных данных, но и применяемый для решения алгоритм.

В связи с широким распространением портативных устройств регистрации электрокардиосигналов, перспективным является исследование возможностей анализа электрической активности сердца с использованием данных сокращенного числа отведений.

### Литература

1. Титомир, Л. И. Математическое моделирование биоэлектрического генератора сердца [Текст] / Л. И. Титомир, П. Кнеппо. – М.: Наука. Физматлит, 1999. – 447 с.
2. Митрохина, Н.Ю. Анализ электрической активности сердца с использованием геометрических параметров [Текст] / Н.Ю. Митрохина, А.В. Кузьмин, Е.В. Петрунина // Медицинская техника. - 2013. – № 6. – С. 38–41.
3. Кузьмин, А.В. Исследование алгоритмов определения параметров многодипольной модели сердца [Текст] / А.В. Кузьмин, Н.Ю. Митрохина, А.В. Иващенко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2014. – том 16. - №4(2). - С 372 - 377

И.А. Левашов, А.В. Кузьмин, О.Е. Денисов

## ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА

(Пензенский государственный университет)

Скелет человека представлен около 206 костями, при этом только 23 из них относятся к черепу. Однако именно эта часть скелета человека обладает