

# **ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ С ЦЕЛЬЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ**

Чумак В.С.

Научный руководитель – канд.техн.наук, доц. Свид И.В.  
Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. МТС, тел. (057)- 702-02-29)  
e-mail: valerija.chumak@nure.ua

Such features of the signal as, for example, sudden drops and bursts result in only minor changes in the spectrum of the signal, which are distributed along the entire frequency axis, which makes it impossible to detect and analyze them. From the composition of the higher components of the spectrum, it is almost impossible to determine the location of the features of the time dependence of the original signal and this makes it necessary to use new methods for analyzing bioelectric signals, which are fundamentally suitable for analyzing pseudo-random nonstationary processes. These methods include fractal and wavelet analysis.

В медицинской практике широко используется анализ биоэлектрических сигналов, порождаемых электрической активностью органов и тканей. Анализ таких сигналов применяется для определения состояния органов и систем человеческого организма с диагностической целью. Примерами таких сигналов являются электрокардиограммы, электроэнцефалограммы, реограммы, записи во времени и пространстве данных ультразвуковых исследований и т. п. Стандартный спектральный анализ подобных сигналов показывает, что всем им присуща периодическая составляющая. Однако, особенно велика роль квазипериодических и стохастических составляющих в записях сигналов при обследованиях. Попытка применить обычный спектральный анализ сигналов со значительной долей стохастической составляющей в задачах распознавания патологических состояний, как правило, заканчивается неудачей из-за принципиальных ограничений Фурье-анализа, заключающихся в сложности его применения для анализа стохастических сигналов. По этому для анализа псевдослучайных нестационарных процессов относятся методы фрактального и вейвлетного анализа.

Для стандартного фрактального анализа удобна в использовании программа FRACTAN. Программа фрактального анализа для каждого пациента рассчитывает основные характеристики фракталов: размерность фазового пространства, фрактальную размерность, показатель Херста, корреляционную размерность и корреляционную энтропию. Основные характеристики фракталов используются как входные переменные для дискриминантного анализа. По рассчитанным характеристикам фракталов

применялся дискриминантный анализ с расчетом нормированных и ненормированных коэффициентов дискриминирующей функции с полным включением всех переменных и пошаговый метод для выявления информативных фрактальных показателей. В зависимости от количества классов патологии на плоскости отображаются результаты дискриминантного анализа с расчётом дискриминирующих функций, и положение групп пациентов разных патологий в координатах дискриминирующих функций. Нормированные коэффициенты используются для сравнения силы влияния показателей на распознавание патологий, ненормированные значения - должны использоваться при расчетах.

В дальнейшем для выявления только информативных показателей фрактального анализа целесообразно использовать метод дискриминантного анализа. При этом на каждом шаге использовать для анализа только самые информативные показатели. Когда вклад очередного показателя не превышает 0,05, анализ останавливается. Для дифференциальной диагностики достаточно только двух показателей фрактального анализа: корреляционной размерности и показателя Херста. Применяя пошаговый метод коэффициенты канонической корреляции становятся меньше, но не существенно. При этом значимость функций сохраняется. Для вывода территориальной карты с центрами распределений патологий и выбранные дискриминантным анализом линии, разделяющие эти патологии вычисляются значения двух дискриминирующих функций, эти значения используются как координаты на плоскости. Эти координаты наносятся на территориальную карту, и в какую область попадает точка для данного пациента, выносится предположительный диагноз для него.

Комбинированное использование фрактального и дискриминантного анализа показывает высокую эффективность для решения задач дифференциальной диагностики патологических состояний по данным временных разверток ультразвуковых сигналов. Может найти широкое применение в статистической обработке регистрационных кривых, имеющих периодическую, квазипериодическую и стохастическую составляющие, таких как электрокардиограмма, электроэнцефалограмма, реограмма, запись ультразвукового сканирования и т. д.

#### Перечень ссылок

1. Бююль, А. SPSS: Искусство обработки информации/ А. Бююль, П Цёфель.-М: Dio.Soft, 2002.
2. Амосов О.С., Муллер Н.В. применение методов вейвлет и фрактального анализа для математического и численного моделирования временных рядов // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 3. – С. 122-124;