

ФРАКТАЛЬНОСТЬ КВАНТОВОГО ФАЗОВОГО ПРОСТРАНСТВА МГНОВЕННОГО СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Кудинов А.Н., Михеев С.А., Цветков В.П., Цветков И.В.

Тверской государственной университет, Россия, 170100, Тверь, ул. Желябова, 33,
телефон: +7 4822 341684, E-mail: Tsvetkov.VP@tversu.ru

В работе [1] построено классическое фазовое пространство (ФП) мгновенного сердечного ритма (МСР). Оно наиболее адекватно описывает свойства кардиоритмов. Классическое ФП МСР представляет собой множество состояний в пространстве R^2 , определяемых частотой мгновенного сердечного ритма $y(t)$ и скоростью ее изменения $v(t)$ [1]. Функция $y(t)$ является кусочно линейной аппроксимацией множества $y_i=60/T_{RRi}$ ($i=1,2,\dots,n$). Здесь i - номер RR интервала с момента наблюдения, а T_{RRi} - его величина в секундах. Функция $v(t)$ - разностная производная $y(t)$.

В [1] приведены классические ФП МСР и показана близость их к фракталам для двух пациентов Тверского областного клинического кардиологического диспансера (ТвОККД). Из них очевиден хаотичный характер движения фазовой точки МСР. При этом хаос является недетерминированным. Так как классическое ФП МСР представляет собой фрактал, то основными параметрами состояния МСР будут являться характеристики фрактальных множеств: фрактальная размерность D и D -мерный объем Γ .

Принципиально новые возможности описания кардиоритмов дает квантовое фазовое пространство (КФП) МСР [2, 3]. Квантование классического ФП МСР приводит к делению его на ячейки конечной величины h (шаг квантования). В частности, визуализация КФП МСР позволяет представить массив данных МСР в форме, сочетающей простоту и информативность.

Цель нашего доклада показать, что КФП МСР, так же как и классическое ФП МСР, является фрактальным множеством относительно масштаба $\delta=h$. Аппроксимируя полное число ячеек КФП МСР $N(h)$ с шагом квантования h степенной функцией $N_1=\Gamma_q h^{-D_q}$, получаем квантовую фрактальную размерность D_q и квантовый фазовый объем Γ_q .

Для десяти пациентов ТвОККД мы показали, что степень близости их КФП МСР к фракталам в S -метрике составила не более 0.011.

Литература

1. *V.P. Tsvetkov, S.A. Mikheyev, I.V. Tsvetkov. Fractal phase space and fractal entropy of instantaneous cardiac rhythm // Chaos, Solitons and Fractals V. 108, 2018. Pp. 71–76.*
2. *Илья Цветков, Виктор Цветков, Сергей Михеев. Визуализация квантового фазового пространства мгновенного сердечного ритма // Book of abstract of the 8th International Conference DISTRIBUTED COMPUTING AND GRIDTECHNOLOGIES IN SCIENCE AND EDUCATION. Dubna, 10–14 September, 2018. P. 156.*
3. *Кудинов А.Н., Михеев С.А., Цветков В.П., Цветков И.В. Квантование фазового пространства мгновенного сердечного ритма // Программа VII Международной конференции "Математическая биология и биоинформатика" (ICMBV18). Пущино, 14-19 октября, 2018. Стр. 5.*