

Спектральный анализ кардиологических временных рядов с применением различных оконных функций

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,
Гродно, Республика Беларусь

Актуальность. Анализ variability ритма сердца начал развиваться в начале 60-ых годов. Современные кардиографы позволяют не просто записывать информацию, представляя ее графически в виде электрокардиограммы, но получать данные для анализа в виде файлов, содержащих информацию о временных интервалах между R – зубцами. R-R интервалы образуют временные ряды, характеризующиеся периодической структурой и наличием обязательной случайной компоненты. Для расшифровки спектра данных используют классический спектральный анализ Фурье. Однако применение этого метода к реальным данным часто приводит к неразрешимым проблемам, связанным с ограниченностью исследуемых временных рядов и наличием неизбежной случайной компоненты. Периодограммы теряют свою разрешающую способность, что приводит к сложности выделения спектральных составляющих.

Целью исследования является улучшение качества периодограммы, построенной для кардиологических временных рядов за счет применения оконных функций с различными параметрами.

Материалы и методы исследования. Один из методов получения более состоятельной периодограммы является метод ее сглаживания, основанный на применении некоторой весовой функции, которая по-

лучила название окна просмотра. Сегодня мы сталкиваемся с широким многообразием оконных функций и часто исследователю сложно определиться с выбором нужной. Приведем основные характеристики, которые следует учитывать при выборе окна просмотра данных:

- *Коэффициент ослабления оконной функции;*
- *Ширина главного лепестка спектра;*
- *Максимальный уровень боковых лепестков;*
- *Коэффициент эффективности [1].*

Результаты и выводы. Для проведения спектрального анализа кардиологических временных рядов были выбраны три оконные функции с разными показателями эффективности: окно Хемминга, Окно Барлетта и окно Блэкмана-Наталла. При проведении спектрального анализа применительно к кардиологическим временным рядам (R-R интервалам), параллельно строили периодограммы, сглаженные указанными выше окнами просмотра данных. Было исследовано 10 временных рядов. Приведем пример описания полученных результатов.

Временной ряд № 7019. Женщина, 46 лет. Выраженная брадикардия в течение всего времени наблюдения. Средняя частота сердечных сокращений днем – 62, ночью – 52. Циркадный индекс 1.13. График периодограммы обнаруживает частоту, равную 0.01 Гц и возможную частоту в диапазоне от 0.3 до 0.35 Гц. Точно определить сложно, поскольку δ -всплеск на частоте временного ряда перестал быть таковым и размылся до диапазона. Графики периодограмм, полученные с применением оконных функций имеют свои особенности. β параметр оконной функции по модулю самым большим был у окна Блэкмана-Наталла, именно это окно максимально уменьшило амплитуду значений периодограммы. Поскольку по характеристикам данное окно является окном низкого разрешения, то на графике периодограммы вообще утрачивается возможность обнаружить частоту в диапазоне от 0.3 до 0.35 Гц. Периодограммы Хемминга и Барлетта позволяют увидеть чистоту 0.35 Гц, однако на них также выделяется всплеск на частоте 0.23 Гц.

Когда исследователь имеет дело с анализом реальных данных, у которых неизбежно присутствуют шумовые составляющие, может наблюдаться непостоянство спектра, следует подходить к спектральному анализу шире, дополняя его возможности вспомогательными математическими механизмами: сглаживание оконными функциями, проведение анализа на ограниченных временных подинтервалах, для выявления динамики спектра или применения более мощного математического аппарата, такого как вейвлет-преобразование. Практика построения периодограмм, сглаженных различными окнами, для кардиоло-

Республиканская конференция с международным участием, посвященная 80-летию со дня рождения Т. С. Морозкиной: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЫ, Минск, 29 мая 2020 г.

гических временных рядов, показывает, что полученные периододграммы становятся менее изрезанными, отвечают своим спектральным характеристикам, позволяют обнаруживать частоты исследуемых данных.

Литература

1. Сакович Т.Н. Спектральный анализ на ограниченном промежутке времени. Принципы выбора оконной функции / Т.Н. Сакович // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам: мат. XII междунар. науч.- практ. интернет-конф.- Мозырь, 2020 – С. 258-261