

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ОЦЕНКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЫ С ПОВЕРХНОСТЬЮ БИООБЪЕКТА НА ОСНОВЕ КОРРЕЛОГРАММЫ

Малицкий В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Осипов А.Н. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос оценки воздействия атмосферной плазмы на биообъекты на основе коррелограмм. Изложен поэтапный принцип работы программного модуля вычисления коррелограмм. Анализ результатов позволяет выявить общие зависимости воздействия атмосферной плазмы на различные поверхности биообъекта.

Ключевые слова: корреляционный анализ, коррелограмма, коэффициент корреляции, массив данных.

Введение. В настоящее время использование холодной атмосферной плазмы показало значительный потенциал для различных биомедицинских применений. Следует отметить, что не полностью изучены механизмы воздействия плазмы на биологические объекты. Широкое применение плазменных технологий сдерживается отсутствием простых методов диагностики состояния самой плазмы и, соответственно, контроля ее взаимодействия с объектами [1]. В связи с этим в данной работе рассматривается один из способов исследования воздействия плазмы с поверхностью биообъектов, основанный на корреляционном анализе. Изложен алгоритм работы программного модуля расчёта коррелограмм, используемый для анализа взаимодействия плазмы и биообъекта.

Основная часть. Программный модуль, созданный с помощью пакета прикладных программ MatLab, осуществляет анализ данных последовательностей двух сигналов на основе корреляционного анализа. Корреляционный анализ – статистический метод изучения взаимосвязи между двумя и более последовательностями. Программный модуль осуществляет расчёт коэффициентов корреляции, а затем, по вычисленным данным, выполняются построение коррелограммы. Данный процесс осуществляется в несколько этапов.

На первом этапе необходимо ввести 2 полученные последовательности исследуемых сигналов, записанных в формате .txt файлов, в среду MatLab для их дальнейшей обработки. Благодаря встроенной функции данные из .txt файлов записываются в отдельные массивы. Сами массивы должны быть одинакового размера и содержать одинаковое кол-во элементов N . При различных длинах сигналов следует сократить более длинный массив до размера меньшего массива, либо дополнить меньший массив нулями до размеров большего. Так же можно смещать данные в массивах и выбирать наиболее интересующий участок сигналов для исследования.

На втором этапе необходимо выбрать размер окна M (**количество отсчетов**), который влияет на разрешающую способность. Сами окна выбираются последовательно без перекрытия и не включают в себя элементы предыдущего окна, т. е. они не накладываются друг на друга. Размер окна и их количество K определяются в соответствии с выражением $K = N/M$. Следует отметить, что число окон K должно быть целым, а значит в ситуациях получения нецелого результата следует выбрать другой размер окна, дополнить или сократить массивы. В предлагаемой программе “лишние” элементы отбрасываются и далее не используются. Это целесообразно до момента, пока количество отбрасываемых элементов не превышает половину размера окна.

На третьем этапе выполняется расчёт коэффициентов корреляции в каждом окне и запись данных в двумерный массив. Общая формула вычисления коэффициентов корреляции

$r_{12}(n)$ двух исследуемых последовательностей сигналов $x_1(n)$ и $x_2(n)$, содержащих по N элементов, определяется как:

$$r_{12}(j) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_1(n)x_2(n+j), \quad (1)$$

где j – величина сдвига или интервал, на который $x_2(n)$ смещается относительно $x_1(n)$.

В рассматриваемом случае $j = 1, 2, \dots, M$ относительно первого элемента $x_1(n)$, а общее кол-во сдвигов $x_2(n)$ в окне равно размеру окна. Сдвиг происходит внутри окна и не затрагивает значения вне этого окна. Последнее значение в этом промежутке на следующей итерации становится первым в этой последовательности. Принимая во внимание второй этап, общее количество рассчитанных коэффициентов зависит только от длины входного сигнала. И эти значения совпадают. Рассчитанные коэффициенты корреляции записываются в двумерный массив, где кол-во строк соответствует размеру окна, а количество столбцов – количеству окон. Данный формат удобен для последующей обработки функциями MatLab.

На четвертом этапе, воспользовавшись функцией `rcolor`, выполняется построение графика коррелограммы. Для лучшего восприятия результата можно изменять параметр `colormap` который отвечает за общую цветовую гамму.

Стоит упомянуть о нормировки сигнала. При использовании функции `rcolor` и других встроенных функций максимальная и минимальная интенсивность цвета определяется по максимальному и минимальному значению коэффициентов корреляции автоматически.

Заключение. Таким образом в данной статье описана проблема оценки воздействия атмосферной плазмы с поверхностью биообъекта и предложено конкретное решение, составленное на основе корреляционного анализа. Программный модуль выполнен в среде MatLab. Описан общий алгоритм работы модуля поэтапно с необходимыми пояснениями его особенностей. Результатом работы данного модуля является коррелограмма. Анализ результатов позволяет выявить общие зависимости воздействия атмосферной плазмы на различные поверхности биообъекта.

Список литературы

1. Осипов, А. Н. Контроль взаимодействия низкотемпературной плазмы атмосферного давления с поверхностью биообъектов=Interaction control of low-temperature atmospheric pressure plasma with the bioobject surface / А.Н.Осипов, В.А.Рокач, В.А.Малицкий, Т.Ма // Медэлектроника–2022. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии : сборник научных статей XIII Международной научно-технической конференции, Минск, 8-9 декабря 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; отв. за вып.: М. В. Давыдов. – Минск : БГУИР, 2022. – С. 66–68.

UDC 612.087.1

A SOFTWARE MODULE FOR EVALUATING THE INTERACTION OF ATMOSPHERIC PLASMA WITH THE SURFACE OF A BIOLOGICAL OBJECT BASED ON A CORRELOGRAM

Malitskiy V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Osipov A.N. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ETT

Annotation. The article considers the issue of assessing the impact of atmospheric plasma on biological objects based on correlograms. The step-by-step principle of operation of the software module for calculating correlograms is described. The analysis of the results makes it possible to identify the general dependences of the effect of atmospheric plasma on various surfaces of a biological object.

Keywords: correlation analysis, correlogram, correlation coefficient, data array.