



ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДОВ БИМЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Хоружная А.В.

Дацок О.М., доцент, кандидат технических наук

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

61022, м. Харьков, пл. Свободы 4, A_r_v_e_n@ukr.net, 0939768129

Abstract – The method, hardware and software for electrode equivalent circuit parameters measurement are developed. Experimental results applying to capacitive biomedical electrodes were obtained.

Методы электрофизиологических исследований широко распространены и с успехом применяются с диагностической целью в клинической практике. При проведении измерений биопотенциалов (БП) качество регистрируемых сигналов в значительной степени зависит от метрологических характеристик электродов. Появление новейшей элементной базы дает возможность регистрировать электрограммы с использованием изолированных электродов, что позволяет избежать недостатков, связанных с протеканием электрохимических процессов на промежутке кожа – металлический электрод, но требует исследования параметров измерительной системы кожа – электрод – усилитель БП.

С целью исследования эквивалентных параметров интерфейса электрод – биологический объект (БО) была построена физическая модель в виде электрической цепи с минимальным набором элементов (емкость и сопротивление электрода R_e , C_e , сопротивление тканей R_s). В основу исследования параметров эквивалентной цепи положено математическую модель (1), разработанную методом комплексных амплитуд: отношение напряжений на входе цепи и на нагрузке (УБП) зависит от комплексного сопротивления цепи, входных параметров УБП и частоты сигнала.



С помощью устройства, структурная схема которого приведена на рис.1, измеряется коэффициент ослабления цепи на четырех частотах, что позволяет получить систему уравнений (1) с тремя неизвестными R_e , C_e , R_s .

$$\dot{U}_{out}(t) = \frac{\dot{U}_{out}(t)}{\frac{R_e}{i\omega_n R_e C_e + 1} + \frac{R_l}{i\omega_n R_l C_l + 1} + R_s} \cdot \frac{R_l}{i\omega_n R_l C_l + 1}. (1)$$

Гармонический сигнал стабильной частоты и амплитуды поступает на закрепленный на поверхности кожи подводящий хлорсеребряный электрод. Сигнал проходит через биологические ткани и исследуемый электрод, который подключен ко входу измерительного усилителя (ИУ). ИУ охвачен цепью ООС, что позволяет с высокой точностью устанавливать коэффициент усиления (КУ). Усиленный сигнал поступает на амплитудный детектор, интегратор и АЦП управляющего микроконтроллера. Результат измерений представляет собой набор КУ, при которых компенсируется ослабление, вносимое исследуемой цепью.

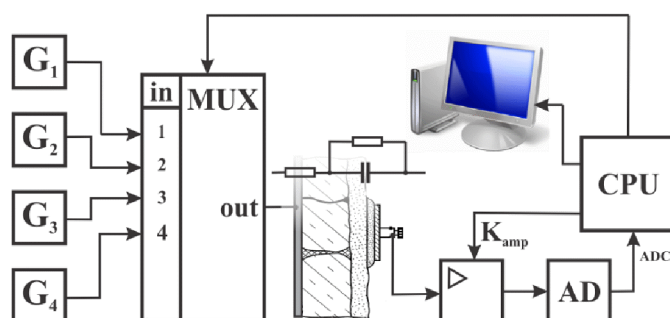


Рис. 1 Структурная схема разработанной измерительной системы

Для численного решения полученной системы был выбран генетический алгоритм, направленный на минимизацию функции ошибки путем варьирования параметров R_e , C_e , R_s , що подлежат определению.

Полученные значения эквивалентных параметров образцов изолированных электродов имеют корректные физические величины, что подтверждает корректность методов и подходов. Результаты доказывают возможность изготовления активных электродов с емкостным интерфейсом для современной диагностической аппаратуры.