DOI: 10.17117/na.2016.09.01.512

<http://ucom.ru/doc/na.2016.09.01.512.pdf>

Поступила (Received): 24.09.2016

Ямпиров С.С., Галсанов Б.Р., Батоцыренов Т.Э. Создание аппарата биоимпедансной диагностики

Yampilov S.S., Galsanov B.R., Batotsyrenov T.E.
Development of bioimpedance diagnostic device

В ВСГУТУ создан аппарат для биоимпедансной диагностики и может быть использовано для проведения биоимпедансной спектрометрии организма человека, биологических объектов и исследование зависимости импеданса биологических объектов в зависимости от частоты зондирующего тока

Ключевые слова: биоимпедансная диагностика, спектрометрия, частота зондирующего тока, генератор, источник зондирующего тока, микроконтроллер

The bioimpedance diagnostic device has been developed in ESSUTM; it can be used for implementation of bioimpedance spectral measurements of biological object and study of impedance dependence of biological objects on sounding current frequency

Key words: bioimpedance diagnostics, spectral measurements, sounding current frequency, generator

Ямпиров Сэнгэ Самбуевич

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40 В

Yampilov Senge Sambuevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Department East Siberia state university of technology and management Ulan-Ude, Klyuchevskaya st., 40 V

Галсанов Буда Рэгзэнович

Магистр Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40 В

Galsanov Buda Regzenovich

Master East Siberia state university of technology and management Ulan-Ude, Klyuchevskaya st., 40 V

Батоцыренов Тимур Эрдэмович

Магистр Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40 В

Batosyrenov Timur Erdemovich

Master East Siberia state university of technology and management Ulan-Ude, Klyuchevskaya st., 40 V

Известны устройства и диагностические методы импедансных исследований, в которых в качестве зондирующего сигнала используется переменный электрический ток, содержащий одну или две разнесенные в частотном диапазоне гармонические составляющие, позволяющие получить информацию о состоянии биологических тканей или о водном балансе организма [1, 2, 3, 4, 5]. Ос-

новными функциональными частями данных устройств являются источник переменного тока с одной или двумя частотами, блок коммутации, токовые и потенциальные электроды и блок обработки результатов в виде АЦП.

Недостатками указанных устройств являются использование одной частоты зондирующего тока, разделение электродов на токовые и потенциальные, их малое количество, следовательно, ограниченное число возможных схем наложения их на биологический объект. Эти недостатки ограничивают количество информационных показателей, снимаемых с биологического объекта, обеспечивают невысокую точность измерений и не позволяют использовать данные устройства для проведения импедансной спектроскопии, которая основывается на измерениях и анализе зависимостей импеданса от частоты переменного тока.

В ВСГУТУ разработано устройство для биоимпедансной диагностики который состоит из следующих блоков – блока питания, стабилизатора, генератора, микроконтроллера, детектора, фильтра, электродов и ЖК-дисплея, который позволяет одновременно получить данные импеданса при трех разных частотах (Рис. 1).

Рис. 1. Структурная схема устройства биоимпедансной диагностики

Блок питания выносной, обеспечивает питание схемы постоянным нестабилизированным напряжением 12 В. Мощность блока 6 Вт. Питающее напряжение поступает на стабилизатора, собранный на двух аналоговых микросхем LM3175 и LM7805. Первая представляет собой регулируемый стабилизатор, построенный на выходном напряжении 10В. Вторая – это нерегулируемый стабилизатор с выходным напряжением 5 В. Стабилизированное напряжение 10 В. питает повторитель генератора, а все остальные блоки используют напряжение 5В.

Генератор состоит из задающего генератора, функции которого выполняет микроконтроллер и усилители, собранного на микросхеме 4011. Объединив входы элемента получим инвертор, усиливающий входной меандр до уровня 10В. Выходное напряжение генератора поступает на активный электрод и на измерительную схему (D2, R5, C11), преобразует импульсное напряжение в постоянное и позволяет микроконтроллеру оценивать уровень выдаваемого на электроды сигнала.

Электрод прикладывают к биологическому объекту, через него протекает электрический ток и на измерительном электроде появляется потенциал.

Напряжение измерительного электрода поступает на схему измерения сдвига фаз и детектор (D1, R4, C10). Детектор вместе с фильтром преобразуют импульсное напряжение в постоянное для оценки его микроконтроллером.

Схема измерения сдвига фаз выполнена на микросхеме 4070, который, выдает импульсы шириной равной величине сдвига фаз. Далее импульсы преобразуются в постоянное напряжение (R6, C12).

Микроконтроллер выполняет несколько функций. Во-первых, генерирует последовательности импульсов частотой 50, 100 и 200 кГц со скважностью 50%. Во-вторых, используя встроенный аналого-цифровой преобразователь, оцифровывает значения напряжения на активном, измерительном электроде и со схем измерения сдвига фаз. В-третьих, на основе полученных данных вычисляет значение импеданса в условных единицах и выводит на ЖК-дисплей.

На рисунке 2 представлен общий вид устройства биоимпедансной диагностики.

Рис. 2. Общий вид устройства биоимпедансной диагностики

Рис. 3. Влияние времени нагрева на величину импеданса:

1 – без воздействия нагрева на биологический объект; 2 – воздействие открытого огня на биологический объект после 5 мин.; 3 – воздействие открытого огня на биологический объект после 10 мин

Для оценки работоспособности данного аппарата были проведены эксперименты на биологическом объекте (свежее мясо говядины) при нагревании его на открытом огне в течении 5 и 10 мин., с целью определения степени ожога.

Методика проведения опытов следующая: включали аппарат и дожидались его готовности в течении 15 сек. Затем прикладывали электроды к биологическому объекту и через 10 секунд записывали показания прибора, которые отражали величину импеданса на частотах 50, 100, и 200 кГц. По полученным данным строим кривые (рис. 3).

Список используемых источников:

1. Устюжанин В.А., Епифанцев В.В., Ишков А.А. Устройство для проведения импедансной спектрометрии биологических объектов. Патент на полезную модель РФ. №100894 20.07.2010.
2. Николаев Д.В. Способ региональной биоимпедансометрии и устройство для его осуществления. Патент РФ. №2204938, 1997 27.10.
3. Кузнецов В.В., Новиков А.А. Техническая реализация биоимпедансной поличастотной спектрометрии в диагностических исследованиях // Омский научный вестник. 2013. С. 272-277.
4. Голь С.А., Кряков В.Г., Харламова Н.С. Реография. Принципы конструирования аппаратуры. Рязань: РГРТУ, 2008. 48 с.
5. Корневский Н.А., Попечителев Е.П., Филист С.А. Проектирование электронной медицинской аппаратуры для диагностики и лечебных воздействий: Монография. Курск, 1999. 537 с.

© 2016, Ямпиров С.С., Галсанов Б.Р.,
Батоцыренов Т.Э.
Создание аппарата биоимпедансной
диагностики

© 2016, Yampilov S.S., Galsanov B.R.,
Batotsyrenov T.E.
Development of bioimpedance diagnostic device