

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЗНАЧЕНИЙ С РАБОЧЕГО ОКНА МНИПИ E7-20, ИХ ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ

*Савейко А.Р.*

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

*Научный руководитель: Давыдов М.В. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ТОЭ*

**Аннотация.** Разработана и описана методика обработки и сбора параметров биологических жидкостей с помощью внедрения нейронной сети. В результате работы оптимизированы способы проведения исследований, получения и анализа значений тангенса угла диэлектрических потерь и емкости системы «кювета – электрод – амниотическая жидкость». В процессе анализа данных среди исследуемых частот в качестве основной для работы была выбрана частота 100 кГц.

**Ключевые слова:** импедансометрический метод, емкость, тангенс угла диэлектрических потерь, нейронная сеть, измеритель иммитанса, программное обеспечение.

**Введение.** Искусственная нейронная сеть – это математическая модель, которая в данной работе была разработана с целью упрощения работы с большим количеством данных.

С помощью зажимов измерителя иммитанса, которые независимо от полярности, подключаются к выводам электродов в кювете, снимаются такие показатели, как  $C_p$  – емкость и  $D$  – тангенс угла диэлектрических потерь начиная с 1 кГц, 5 кГц, 10 кГц, 100 кГц и далее с шагом 100 кГц до 1МГц. Эти показатели выводятся на дисплей измерителя иммитанса и фиксируются в электронный носитель с помощью разработанного программного обеспечения для дальнейшей обработки и анализа [1].

**Основная часть.** Принцип работы разработанного программного обеспечения состоит из двух этапов (рисунок 1). На первом этапе предлагается выбрать два режима для работы: первый – отладка, для проверки работоспособности программы и выполняемого кода следует ввести 1 с клавиатуры; второй – непосредственно работа с нейронной сетью, следует ввести 2 с клавиатуры. При выборе первого варианта работы программа проверяет правильность расположения дисплея на рабочем столе и при распознавании его в нужном квадранте программа выводит 0, таким образом далее можно переходить к работе с нейронной сетью. Для этого следует выбрать второй вариант работы. С помощью библиотеки `openCV` определяется зеленая зона дисплея измерителя иммитанса, затем данная область становится белой. Всё, что не входит в зону дисплея измерителя иммитанса, становится чёрным. Площадь дисплея фиксируется как определённое значение, которое присваивается переменной. С помощью этой переменной по координатам определяется местоположение на мониторе рабочего окна МНИПИ E7-20, а также с помощью `tesseract` происходит определение местоположения букв и цифр на этом рабочем окне, которые фиксируются в папки с определёнными названиями для значений емкости исследуемой системы «кювета – электрод – амниотическая жидкость» и тангенса угла диэлектрических потерь. По умолчанию заданы параметры левого верхнего квадранта, соответственно, ПО МНИПИ E7-20 должно быть расположено в этом диапазоне значений координат. Бесконечный цикл сокращен до 14 тактов работы программы: такого количества достаточно для построения графиков. Далее полученные с измерителя иммитанса значения заносятся в файл и оформляются в виде таблицы для дальнейшего анализа (таблица 1). В данной таблице фиксируется день взятия пробы, порядковый номер пациента и значения емкости и импеданса, соответственно.

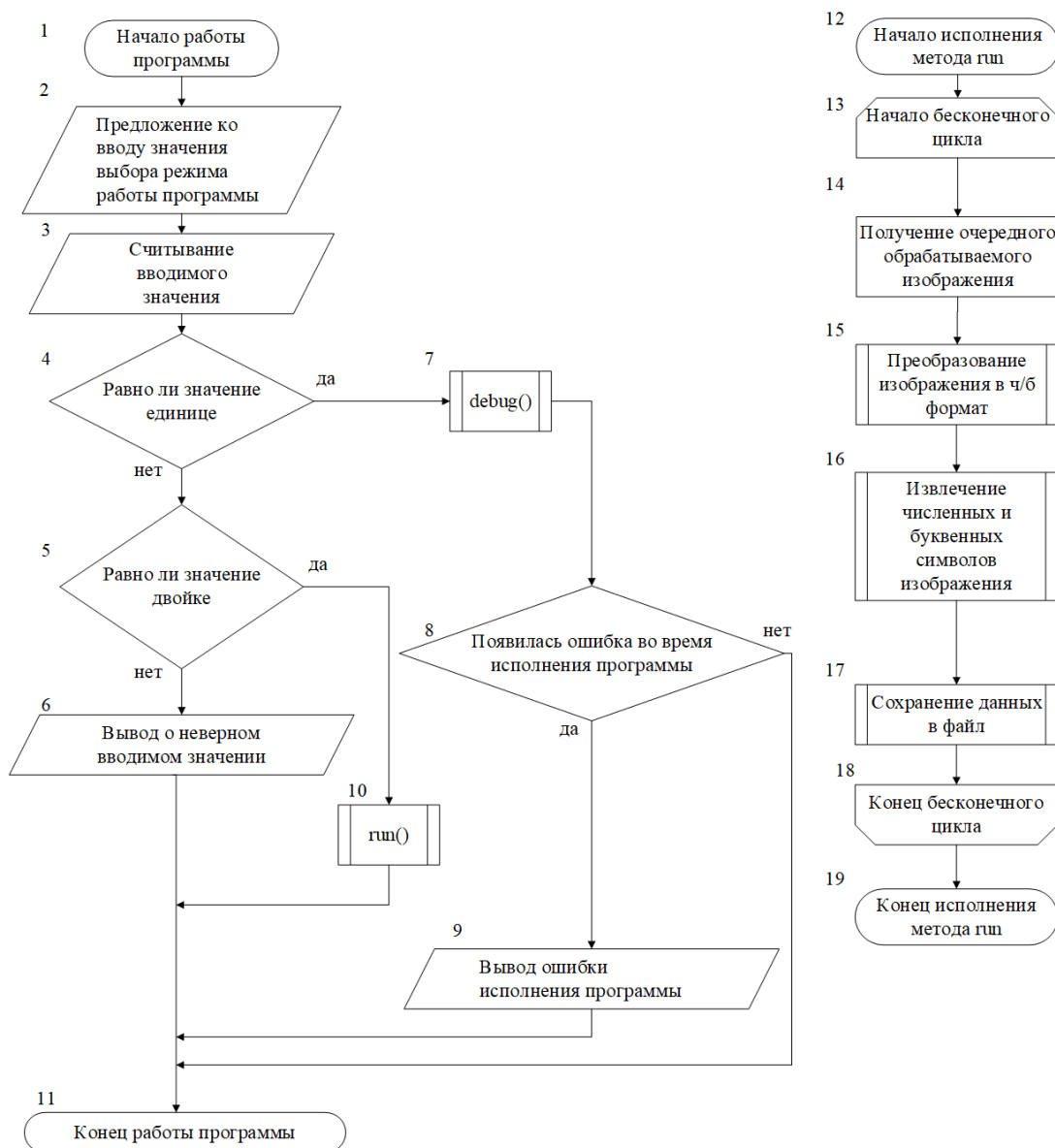


Рисунок 1 – блок-схема, описывающая алгоритм работы разработанной программы по определению значений с дисплея МНИПИ У7-20

Таблица 1 – Значения емкости системы и тангенса для пациента №32

Дата	Пациент	Измеряемые параметры	Частота, кГц	Значения				
18.04.2022	32	D	1	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210
			5	1.220	1.220	1.220	1.220	1.220
			10	1.222	1.218	1.220	1.222	1.220
			100	1.170	1.190	1.190	1.180	1.200
			200	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170
			300	1.110	1.110	1.120	1.120	1.120
			400	1.110	1.110	1.120	1.120	1.120
			500	1.140	1.150	1.140	1.140	1.140
			600	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060
			700	1.060	1.050	1.050	1.050	1.050
			800	1.060	1.060	1.060	1.050	1.060
			900	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
1000	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160			

Продолжение таблицы 1 - Значения емкости системы и тангенса для пациента №32

			1	-0.0351	-0.0319	-0.0293	-0.0343	-0.0344
			5	0.0034	0.0018	0.0004	-0.0015	0.0005
			10	0.0094	0.0095	0.0096	0.0085	0.0118
			100	0.0023	0.0420	0.0050	0.0013	0.0047
			200	0.0175	0.0181	0.0062	0.0136	0.0183
			300	0.0131	0.0162	0.0124	0.0146	0.0136
			400	0.0226	0.0179	0.0228	0.0203	0.0173
			500	0.0095	0.0140	0.0156	0.0164	0.0097
			600	0.0194	0.0192	0.0175	0.0214	0.0168
			700	0.0266	0.0286	0.0303	0.0330	0.0286
			800	0.0101	0.0111	0.0158	0.0136	0.0079
			900	0.0139	0.0140	0.0152	0.0163	0.0165
			1000	0.0089	0.0090	0.0087	0.0094	0.0076

**Заключение.** С помощью разработанного метода записи значений с рабочего окна МНИПИ Е7-20 и анализа полученных значений установлено, что наилучшей частотой для определения параметров биологических жидкостей является частота, равная 100 кГц, что подтверждается значением тангенса угла диэлектрических потерь, который только на этой частоте принимает значение больше нуля.

### Список литературы

1. Савейко, А.Р. Исследование параметров биологических жидкостей на основе импедансометрического метода / А.Р. Савейко // Сб. науч. ст. / XII Междунар. Науч.-техн. Конф – Минск, 2022. – Вып.: Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии. – С. 73-77.
2. МНИПИ [Электронный ресурс] / Измеритель иммитанса У7-20. – Москва, 2022. – Режим доступа : <http://www.mnipi.ru>. – Дата доступа: 25.02.2023.
3. OpenCV [Электронный ресурс] / Library. – США, 2023. – Режим доступа : <http://www.opencv.ai>. – Дата доступа : 05.03.2023.

UDC 618.3 – 004.896

## SOFTWARE FOR RECOGNITION OF VALUES FROM THE WORKING WINDOW OF THE MNIPI E7-20 PROGRAM, PROCESSING AND ANALYSIS OF THE RECEIVED VALUES

Saveyko A.R.

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

Davydov M.V. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of FEE

**Annotation.** A technique for processing and collecting parameters of biological fluids using the introduction of a neural network has been developed and described. As a result of the work, the methods of conducting research, obtaining and analyzing the values of the dielectric loss angle tangent and the capacitance of the "cuvette – electrode – amniotic fluid" system have been optimized. In the process of data analysis, among the studied frequencies, the frequency of 100 kHz was chosen as the main one for the work.

**Keywords:** impedance method, capacitance, dielectric loss angle tangent, neural network, immitance meter, software.