

ВИРТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ТОЧЕК

С.П. Пронин, В.Б. Бондаренко

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

Метод электропунктурной диагностики получил широкое распространение во всем мире. Так как проблемы диагностики начинающихся и прогрессирующих патологий в различных органах до сих пор остаются актуальными, то сохраняется необходимость изучения и усовершенствования уже предложенных методов и средств.

На сегодняшний день остается дискуссионным вопрос: какие параметры электрического тока необходимо использовать при измерениях. Авторы статьи [6] предложили подавать на точку акупунктуры переменное напряжение низкой частоты и производить интерпретацию результатов по амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристикам тканей человеческого тела. Вышеперечисленные характеристики можно получить с помощью виртуальной системы сбора и обработки данных о комплексном коэффициенте передачи меридиана человека. Такая система представляет собой измерительную установку, подключаемую к персональному компьютеру через аудио-карту, которая осуществляет автоматизацию измерений, а также выполняет роль АЦП и ЦАП. Программное обеспечение для измерительной установки реализовано в среде MatLab.

Цель настоящей работы – провести исследования с использованием виртуальной системы сбора и обработки данных, обобщить результаты практических исследований и определить зависимость сопротивления и емкости от частоты подаваемого напряжения.

В АлтГТУ совместно с АГМУ в течение ряда лет проводились исследования состояния нервной системы у больных с нарушением мозгового кровообращения, а также у пациентов с болевым синдромом вертеброгенной этиологии с применением метода электропунктурной диагностики [1, 2]. Медицинскими аспектами исследований руководила д.м.н. профессор Тибекина Л.М. Диагностика вышеперечисленных патологий осуществляется либо косвенными методами, либо по субъективным параметрам, таким как болевые ощущения пациента, которые врач не может ни подтвердить, ни опровергнуть. Со-

гласно результатам исследований, у людей, страдающих вышеперечисленными заболеваниями, были выявлены биологически активные точки (БАТ), имеющие четкую тенденцию к различию своих биоэлектрических показателей с контрольной группой практически здоровых людей. По мнению авторов указанных работ, требуются дальнейшие исследования в данном направлении. В этих исследованиях применялся программно-аппаратный комплекс на основе времязадающего таймера 555 серии, подключаемый к IBM совместимому компьютеру через последовательный порт. При более подробных исследованиях данный метод оказался недостаточно точным для подобного рода исследований и практического применения в медицинской практике до сих пор не нашел.

Согласно медицинским приборам, регистрирующим параметры биопотенциалов (электрокардиография, электромиография а также электроэнцефалография), при протекании физиологических процессов создаются низкочастотные электрические поля. Основная часть спектра частот, которая соответствует физиологическим процессам, не превышает 1 кГц [5].

Из курса биофизики известно, что различные виды мембранной поляризации оказывают влияние на электропроводность живой ткани на частоте около 1 кГц и полностью перестают влиять на частоте около 1 мГц [5]. Этот факт не позволяет использовать низкочастотные электрические поля в медицинской практике. Так как электропроводность БАТ целиком и полностью зависит от состояния органов и организма в целом, то низкочастотные электрические поля можно использовать при диагностике заболеваний. Следовательно, исследования необходимо проводить при частоте ниже 1 кГц.

По мнению ученых, биоэлектрические свойства кожи зависят от нервной системы [3].

Из этого следует, что нервная система отвечает за передачу информации о больных органах, и любая информация о возникшей

патологии непременно отразится на электрической характеристике БАТ.

Полный цикл поляризации мембраны проходит за 10 мс, следовательно, естественная частота возникновения нервного импульса составляет 100 Гц.

Исходя из вышеизложенных фактов, для исследований были выбраны три частотных диапазона, а именно: 16-96 Гц, 250-500 Гц, 43-1000 Гц.

На рисунке 1 изображена эквивалентная схема замещения человеческого тела.

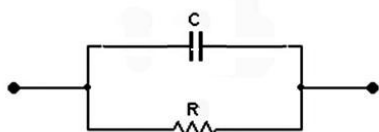


Рисунок 1 – Эквивалентная схема замещения человеческого тела

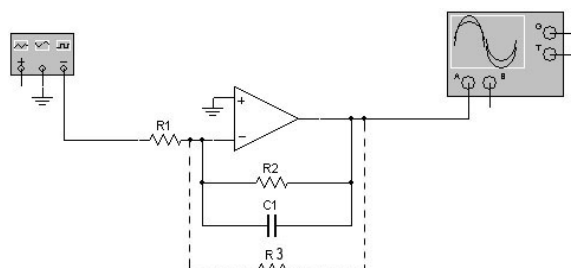


Рисунок 2 – Модель измерительной установки с объектом измерения

На рисунке 2 представлена модель измерительной установки с объектом измерения. Объектом измерения является часть, состоящая из R_2 и C_1 . Остальные элементы являются дифференциальным анализатором. Базовый щуп представляет собой выход операционного усилителя и источник тока одновременно. Вход операционного усилителя является измерительным щупом.

Автоматизацию измерений осуществляет аудио-карта компьютера и программное обеспечение, написанное в среде MatLab. В данной системе используются два канала записи. Сравнивается сигнал, прошедший через цепочку: выход аудио-карты – измерительная цепь – вход аудио-карты с сигналом прошедшим по пути: выход аудио-карты – образцовая измерительная цепь (коэффициент усиления – 1) – вход аудио-карты. Это дает возможность перейти от абсолютной величины «напряжение» к относительной величине «коэффициент усиления» [2].

Комплексный коэффициент характеризуется следующей зависимостью:

$$U_{\text{вых}} = -\frac{|Z|}{R_1} U_{\text{вх}},$$

где $|Z|$ – модуль комплексного сопротивления:

$$|Z| = \sqrt{R_2^2 - \frac{1}{\omega^2 C^2}};$$

$U_{\text{вых}}$ – выходное, измеряемое напряжение;

$U_{\text{вх}}$ – входное напряжение, сигнал синусоидальный, амплитуда 1.4 В, частота от 10 Гц до 1 кГц; R_1 – входное (задающее) сопротивление, определяющее диапазон изменения.

При условии, что $U_{\text{вх}}$ и R_1 нам известны, имеем прямую зависимость $U_{\text{вых}}$ от $|Z|$, что позволяет использовать для анализа либо $|Z|$, либо коэффициент усиления данной схемы k [2]:

$$k = \frac{|Z|}{R_1}.$$

Используя коэффициент усиления k , мы можем вычислить R_2 и C_1 , что и является целью нашего исследования.

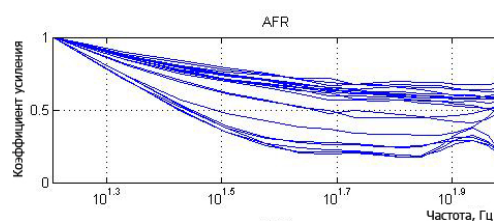


Рисунок 3 – Коэффициент усиления в частотном диапазоне 16-96 Гц

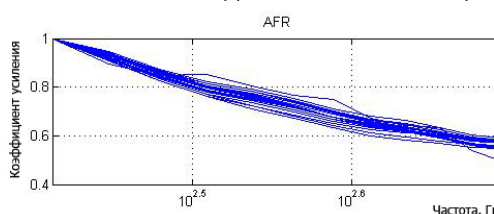


Рисунок 4 – Коэффициент усиления в частотном диапазоне 250-500 Гц

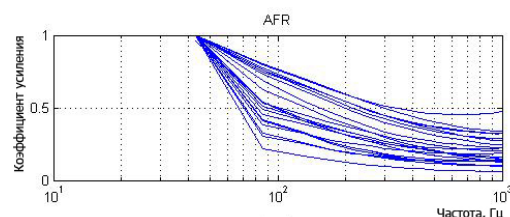


Рисунок 5 – Коэффициент усиления в частотном диапазоне 250-500 Гц

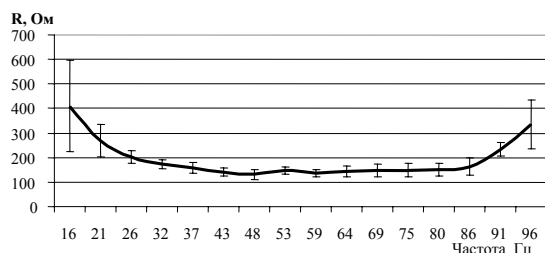


Рисунок 6 – Сопротивление в БАТ в частотном диапазоне 16-96 Гц

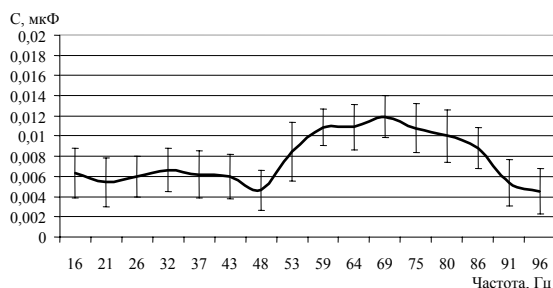


Рисунок 7 – Емкость в БАТ в частотном диапазоне 16-96 Гц

Сопротивление в БАТ при переменном напряжении изменяется с 600 до 100 Ом, а емкость колеблется в пределах 0,03-0,014 мкФ. Расчет сопротивления и емкости производится программно с помощью системы MatLab.

Виртуальная система сбора и обработки данных позволяет производить быструю перестройку частот входного сигнала. Входной сигнал может содержать одну выбранную частоту или сложный сигнал, состоящий из ряда заданных частот. Виртуальная система сбора и обработки данных позволяет также определить емкость и сопротивление в БАТ, что дает дополнительный диагностический критерий.

Выводы

В данной работе были обобщены результаты практических исследований, выполненных с применением виртуальной системы

сбора и обработки данных. Проведены исследования комплексного коэффициента передачи меридиана человека в трех частотных диапазонах. Найдена практическая зависимость сопротивления и емкости от частоты подаваемого напряжения.

Список литературы

1. Госьков П.И., Пронин С.П., Тибекина Л.М., Горбунова Н.И. Исследование состояния нервной системы у больных с нарушением мозгового кровообращения по данным электропунктурной диагностики // Доклады VI Международного конгресса «Некомпьютерные информационные технологии» «(БЭИТ 2003)». – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2003. - Т.1. - С. 93-95.
2. Госьков П.И., Пронин С.П., Тибекина Л.М., Горбунова Н.И. Исследование состояния вегетативной нервной системы по данным электропунктурной диагностики у пациентов с болевым синдромом вертеброгенной // Доклады VI Международного конгресса «Некомпьютерные информационные технологии» «(БЭИТ 2003)». – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2003. - Т.1. - С. 95-97.
3. Табеева Т.М. Практическое руководство по иглорефлексотерапии: учебное пособие для системы послевузовского и дополнительного профессионального образования. – М.: Мед Пресс, 2001. - 454 с. ил.
4. Пронин С.П., Бондаренко В.Б., Воронов А.С. Виртуальная система сбора и обработки данных о комплексном коэффициенте передачи меридиана человека // Ползуновский альманах. - № 4. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2006. - С. 69-71.
5. Журавлев А.И. и др. Основы физики и биофизики. – М.: Мир, 2005.- 384 с., ил.
6. Пронин С.П., Воронов А.С., Цуриков В.С. Теоретическое и экспериментальное исследование амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик тканей человеческого тела // Вестник Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. - № 2. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2006. - С. 67-73.