**Лабораторная работа № 2**

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

**ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА**

**Без разрешения**

**преподавателя**

**стенд не включать!**

**Экспериментальная часть**

**Описание измерительного стенда**

Исследование электрического сопротивления тела человека осу­щест­в­ля­ется на лабораторном стенде (рис. 1), позволяющем измерить ве­ли­чи­ну полного сопротивления тела человека ***Zh*** на разных частотах пере­мен­ного напряжения ***Uh*** и оценить параметры эквивалентной схемы (рис. 2).

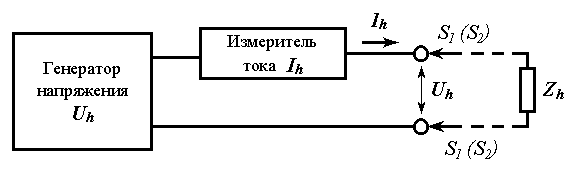


Рис. 1. Схема лабораторного стенда

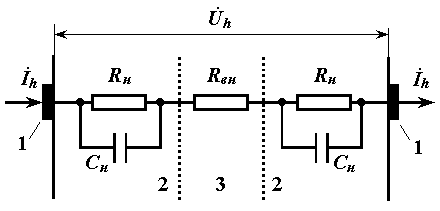


Рис. 2. Эквивалентная схема протекания тока через тело человека:

**1** – электроды; **2** – эпидермис; **3** – внутрен­ние ткани и органы, включая дерму; ***Ih*** – ток, протекаю­щий через тело человека; ***Uh*** – напряжение, при­ложенное к электродам; ***Rн*** – активная со­ставляющая сопротив­ления наружного слоя кожи; ***Cн*** – ём­кость условного конденсатора, обклад­ками которого являются электрод и хорошо про­водящие ток ткани тела человека, а диэлектриком – эпидермис; ***Rвн*** – активное сопротивление внут­ренних тканей, включая дерму.

**Порядок выполнения работы**

1. Начертить таблицу 1, используя следующие значения частот: 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, 50000 и 90000 Гц.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Фамилия, И.О. испытуемого | | | | | | | | |
| Переменный ток, ***Uh*** = 1 В | | | | | | | | |
| Частота *ƒ*, Гц | **S1** = 3 см2 | | | | **S2** = 10 см2 | | | |
| ***M*** | ***Io***, мкА | ***Ih***, мкА | ***Zh***, кОм | ***M*** | ***Io***, мкА | ***Ih***, мкА | ***Zh***, кОм |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ··· |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 90 000 |  |  |  |  |  |  |  |  |

Указанные в таблице частоты устанавливаются переключателями «***N»*** и «*ƒo*»: ƒ = *N****·****ƒo*.

1. Включить тумблер «Сеть» (при этом загорается сигнальная лампа).
2. Установить переключатель «Род тока» в положение «**~**» (переменный).
3. Установить тумблер «Площадь электродов» в положение «**S1**».
4. Для каждого значения частоты, указанного в табл. 1, измерить ток через тело человека ***Ih*** = ***М·Io***, мкА, где ***М*** – масштаб измерения; ***Io*** - показание микроамперметра. Для этого:
5. Один из членов бригады (испытуемый) накладывает ладони на электроды площадью **S1**, обеспечивая плотный контакт каждой ладони со всей поверхностью соответствующего электрода. Плотность контакта в процессе исследования должна быть одинаковой.
6. Установить переключатель «***М***» измерителя тока в такое положение, при котором стрелка прибора ***Io*** находится на участке шкалы от 20 до 50 мкА. Записать значения ***М*** и ***Io*** в таблицу 1 в строку, соответствующую выбранному значению частоты *f* (в столбцы для площади **S1**).

***Звуковой сигнал в момент считывания показаний*** со шкалы прибора ***Io*** указывает на срабатывание схемы ограничения тока ***Ih*** и недостоверного измерения. В этом случае в таблицу 1 записывается знак «\*».

1. Убрать ладони с электродов, установить следующее значение частоты и повторить пп. 6 – 8.

**Внимание.** Время контакта ладоней с электродами должно быть минимально необходимым (примерно 2 – 3 с) для установки значения «***М***» и незамедлительной фиксации ***Io***. Это время следует поддерживать в процессе эксперимента по возможности постоянным.

1. Установить тумблер «Площадь электродов» в положение «**S2**» и повторить измерения по пп. 6 – 8, записывая значения ***М*** и ***Io*** в столбцы для площади **S2**.
2. Рассчитать для каждого значения частоты переменного напряжения и площади электродов величину тока через тело человека ***Ih*** = ***М·Io***.

**Обработка экспериментальных данных**

1. Для каждого значения частоты  *f* и площади электродов рассчитать зна­че­ние сопротивления тела человека ***Zh*** по формуле ***Zh*** = 1000***·Uh***/***М·Io***, кОм, где ***Uh*** = 1В – величина переменного напряжения. Вычисленные значения ***Zh*** занести в таблицу 1.
2. Рассчитать параметры ***Rвн,*** ***Rн*** и ***Сн*** эквивалентной схемы сопро­тив­ления тела человека (рис. 2) для электродов площадью **S1**и **S2:**

– из табл. 1 на частоте 10 Гц находим ***Zh***10 и принимаем активное сопро­тив­ление тела человека ***Rh*** = 2***·Rн*** + ***Rвн*** = ***Zh***10;

– из табл. 1 на частоте 90000 Гц находим ***Zh***90000 и принимаем ***Rвн*** = ***Zh***90000, полагая, что на такой большой частоте ёмкостные сопротивления ***XСн*** конден­саторов ***Сн*** намного меньше активного сопротивления внут­ренних тканей ***Rвн*** (***XСн*** << ***Rвн***) и полностью шунтируют активные сопротив­ления наружного слоя кожи ***Rн***;

– на основе полученных величин ***Rh*** и ***Rвн*** вычисляем величины активных сопротив­лений наружного слоя кожи по формуле ***Rн*** = **0,5·**(***Rh*** – ***Rвн***);

– определение величин ёмкостей ***Сн*:**

Комплексное сопротивление тела человека определяется по эквива­лентной схеме рис. 2:

  
где — реактивное сопротивление ёмкости ***Сн***,

— частота переменного напряжения.

Модуль комплексного сопротивления тела человека

**= .**

Возведя в квадрат левую и правую части уравнения, получим

,

откуда и определим величину ёмкости ***Сн*** для частоты  ***f* :**

**.**

Здесь ***Снf*** измеряется в мкФ, ***Rн*** и ***Zhf*** в кОм,  ***f***  в кГц.

По приведённой формуле рассчитать величины ёмкостей ***Сн*** на частоте 50 Гц для электродов **S1** и **S2** и сравнить их между собой.

Результаты расчётов занести в табл. 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Электроды | ***Rвн***, кОм | ***Rн***, кОм | Сн, мкФ |
| **S1** |  |  |  |
| **S2** |  |  |  |

Содержание отчёта

1. Эквивалентная схема цепи протекания тока через тело человека.
2. Необходимые для расчёта формулы.
3. Таблицы с экспериментальными и расчётными данными.
4. Графики зависимостей ***Zh1******=F1***(***f***) и ***Zh2 = F2***(***f***) для электродов площадью S1 и S2 в одной координатной системе. Частоты ***f*** на графике откладывать через одинаковые расстояния.

5. Расчёт параметров эквивалентной схемы для цепи протекания тока

частотой 50 *Гц* через тело человека для электродов S1 и S2.