

# РАСЧЁТ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ЧЕЛОВЕКА

## Акопов В.В. Email: Akopov1138@scientifictext.ru

Акопов Вачакан Ваграмович – учитель физики,  
Муниципальное общеобразовательное учреждение Средняя общеобразовательная школа № 6 села Полтавского,  
с. Полтавское, Курский район, Ставропольский край

**Аннотация:** численное значение диэлектрической проницаемости человека, полученное в данной статье расчётным путём, можно использовать при теоретических медицинских исследованиях человека. Для углубленного изучения данной темы учащимся необходимо: выполнить лабораторную работу практикума 11 класса по теме: «Измерение диэлектрической проницаемости человека по её магнитной индукции, силе тока и росту» и затем сравнить результат с численным значением диэлектрической проницаемости, полученным теоретически расчётным путём.

**Ключевые слова:** человек, диэлектрическая проницаемость, органические вещества, неорганические вещества.

## CALCULATION OF THE DIELECTRIC PERMEABILITY OF A MAN

### Akopov V.V.

Akopov Vachakan Vagramovich – Teacher of Physics,  
MUNICIPAL EDUCATIONAL INSTITUTION SECONDARY SCHOOL № 6 OF THE VILLAGE OF POLTAVA,  
VILLAGE OF POLTAVA, KURSK DISTRICT, STAVROPOL TERRITORY

**Abstract:** the numerical value of the permittivity of a person, obtained in this article by calculation, can be used in theoretical medical studies of a person. For in-depth study of this topic, students need to: perform the laboratory work of the 11th class workshop on the topic: "Measurement of the dielectric permeability of a person by its magnetic induction, current strength and growth" and then compare the result with the numerical value of the permittivity obtained theoretically by calculation.

**Keywords:** man, dielectric permeability, organic substances, inorganic substances.

УДК 537.8

Человек - это самое удивительное создание из всех живых существ на Земле. Организм человека - это сложная электромагнитная система, которая выдерживает повседневные нагрузки, стрессы и сопротивление различным вирусам. Основой нашей жизни являются энергия и её свойства: амплитуда, частота и скорость колебания. Каждый человек является определённым передатчиком и источником этих колебаний. Собственные колебания внутренних органов человека находятся в пределах 100 Гц (из источников интернета).

Одной из физических величин, характеризующих тело человека, является диэлектрическая проницаемость.

«Диэлектрическая проницаемость - это безразмерная физическая величина, которая показывает степень ослабления электрического поля диэлектрическим материалом по сравнению с вакуумом. [1, с. 162].

Из источников интернета, тело человека имеет усреднённые значения диэлектрической проницаемости 40–60. Предполагаю, что диэлектрическая проницаемость тела человека будет значительно больше, так как диэлектрическая проницаемость некоторых белков варьирует в пределах от 100 до 2600. Попробуем рассчитать её.

Очень сложен окружающий нас мир. При этом человек является его неотъемлемой частью. Тело человека состоит из тех же веществ, элементов, что и планета Земля. Так же как и все живые организмы, наше тело построено из клеток и межклеточного вещества. Известно, что в среднем человек состоит из воды на 60%, на 34% из органических веществ, а остальные 6% приходятся на неорганические (минеральные) вещества. Это средние числа, всё меняется с возрастом. Вода необходима для жизни, однако она имеет вспомогательное значение. Основную роль играет треть массы нашего тела, которая представляет собой его так называемый «сухой остаток». Основными соединениями являются белки, жиры и углеводы, а также родственные им вещества. Все эти вещества настолько свойственны живым организмам, что получили название органические.

Таблица 1. Содержание белков в органах и тканях человека [2, с. 22]

Органы и ткани	Содержание белков		Органы и ткани	Содержание белков	
	от массы сухой ткани	от общего белка тела		от массы сухой ткани	от общего белка тела

кожа	63	11,5	Почки	72	0,5
кости (твёрдые ткани)	20	18,7	Лёгкие	82	3,7
зубы (твёрдые ткани)	18	0,1	Поджелудочная железа	47	0,1
Поперечно-полосатые мышцы	80	34,7	Жировая ткань	14	6,4
Мозг и нервная ткань	45	2,0	Остальные жидкие ткани	85	1,4
Печень	57	3,6	Пищеварительный тракт	63	1,8
Сердце	60	0,7	Остальные плотные ткани	54	14,6
Селезёнка	84	0,2	Всё тело	45	100

Из различных источников интернета найдены диэлектрические проницаемости биотканей человека и занесены в таблицу. С увеличением частоты диэлектрическая проницаемость биотканей уменьшается. При относительно низких частотах диэлектрическая проницаемость велика.

Для нахождения диэлектрической проницаемости составим уравнение:

$$\varepsilon \cdot M = \varepsilon_1 \cdot m_1 + \varepsilon_2 \cdot m_2 + \dots + \varepsilon_n \cdot m_n, \quad \text{отсюда}$$

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_1 \cdot m_1 + \varepsilon_2 \cdot m_2 + \dots + \varepsilon_n \cdot m_n}{M}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость,  $m$  – масса отдельных органов и тканей тела,  $M$  – масса тела и веществ организма человека.

$$\text{Учитывая, что } m = k \cdot M, \quad (2)$$

где  $k$  – доля от общей массы тела человека.

Тогда, используя выражения (1) и (2), будем иметь:

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_1 \cdot k_1 \cdot M + \varepsilon_2 \cdot k_2 \cdot M + \dots + \varepsilon_n \cdot k_n \cdot M}{M} \quad \text{или}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot k_1 + \varepsilon_2 \cdot k_2 + \dots + \varepsilon_n \cdot k_n \quad (3)$$

Таблица 2. Диэлектрическая проницаемость биотканей человека при частотах 20 Гц, 100 Гц и температуре 37°C ( $\varepsilon$ )

№ п/п	Наименование биотканей	Частота, Гц	
		20	100
1	Кожа	50	40
2	Кости (твёрдые ткани)	10	6
3	Зубы (твёрдые ткани)	10	6
4	Поперечно-полосатые мышцы	2500	800
5	Печень	2600	850
6	Мозг и нервная ткань	330	105
7	Сердце	2560	820
8	Лёгкие	1400	450
9	Селезёнка	320	101
0.1	Почки	190	62
1.1	Поджелудочная железа	150	49
2.1	Жировая ткань	470	150
3.1	Пищеварительный тракт	150	48



Доля (k)	0,4943	0,2696	0,0786	0,0337	0,0337	0,0337	0,0546	0,0011	0,0006	0,00002	0,000006	0,000003	0,000003	0,000001
----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	----------	----------	----------	----------

Используя выражение (3) и численные значения физических величин из таблиц 3 и 4, рассчитаем диэлектрическую проницаемость минеральных веществ организма человека:

$$\varepsilon_m = 0,4943 \cdot 3 + 0,2696 \cdot 4,7 + 0,0786 \cdot 7,3 + 0,0337 \cdot 4 + 0,0337 \cdot 2,3 + 0,0337 \cdot 8,4 + 0,0546 \cdot 17 + 0,0011 \cdot 2,6 + 0,0006 \cdot 4,4 + 0,00002 \cdot 2,8 + 0,000006 \cdot 11 + 0,000003 \cdot 4,8 + 0,000003 \cdot 7 + 0,000001 \cdot 7,4 \approx 4,75.$$

Используя выражение (3) и численное значение диэлектрической проницаемости органических и минеральных веществ с учётом, что диэлектрическая проницаемость воды при 37°C равна 74,4, вычислим диэлектрическую проницаемость человека:

а) при частоте 100 Гц:  $\varepsilon_r' = 0,34 \cdot 352 + 0,6 \cdot 74,4 + 0,06 \cdot 4,75 \approx 165;$

б) при частоте 20 Гц:  $\varepsilon_r'' = 0,34 \cdot 1085 + 0,6 \cdot 74,4 + 0,06 \cdot 4,75 \approx 414.$

Таким образом, диэлектрическая проницаемость человека варьирует в пределах от 165 до 414.

#### *Список литературы / References*

1. Мустафаев Р.А., Кривцов В.Г. Физика. М.: Высшая школа, 1989. 168 с.
2. Березов Т.Т. Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. Москва. «Медицина», 1998. с. 22.