

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ 25-го МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ
У XXI СТОЛІТТІ»**

20-22 квітня 2021 р.

Том 1

**КОНФЕРЕНЦІЯ
«ЕЛЕКТРОННА, ЛАЗЕРНА ТА БІОТЕХНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ»**

Харків 2021

УДК 621.38+621.373.8+573.6](06)

25-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2021. – 192 с.

В збірник включені матеріали 25-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті».

Видання підготовлено факультетом електронної та біомедичної інженерії
Харківського національного університету радіоелектроніки

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14
тел./факс: (057) 7021397

E-mail: mref21@nure.ua

© Харківський
національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ), 2021

О ВОЗБУЖДЕНИИ В МЫШЕЧНЫХ ТКАНЯХ ЧЕЛОВЕКА ЛОКАЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Бондаренко И.С.

Научный руководитель - д.т.н., проф. Аврунин О.Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, Украина, пр.Науки14, каф.Биомедицинской инженерии
тел. (057) 702-13-64

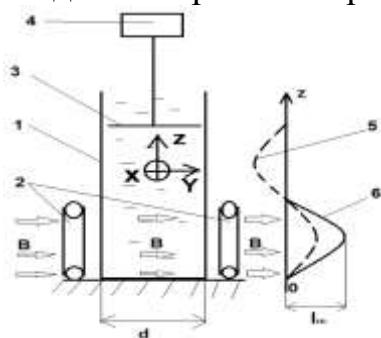
e-mail: igor.bondarenko@nure.ua

A new, more informative and safe method of creating electric current in the human body for medicinal purposes has been proposed. The method is based on the excitation of an electric current in a local area of the body using the acousto-magnetic method. To substantiate this method, computational and experimental studies were carried out on model samples of a biological substance.

Введение. Физико-химические явления, вызванные магнитогидродинамическим эффектом и электрическим током через ткани человека, широко используются в современной медицине для диагностики и терапии(1,2,3,4).

Цель работы. Целью настоящей работы является обоснование возможности создания нового локального способа возбуждения в заданном участке тела пациента переменного электрического тока для лечебных целей.

Суть работы. На Рис.1 показана принципиальная схема системы, позволяющей возбуждать с помощью акусто-магнитного метода (АММ) [5] переменное с частотой УЗИ (f) электрическое поле в локальном участке модельной биологической среды (МБС), находящемся в магнитном поле B . При этом образец МБС представляет электропроводящий раствор в сосуде (пробирке), имеющий плотность (ρ_1) и скорость звука (c), близкие к свойствам реальной среды. Меняя f , можно изменять распределение E в сосуде и иметь два или больше максимумов напряженности стоячей волны E вдоль направления распространения (“луча”) звука в нем. (Рис.1).



- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Сосуд с раствором 2. Катушки Гельмгольца 3. Излучатель ультразвука 4. Генератор ультразвука 5. Распределение мощности (P) ультразвука в растворе 6. Распределение тока (I) в растворе. |
|--|

Рис.1

Величина E может быть представлена производной электрического потенциала по направлению x : “луча” УЗИ:

$$E = E_x = \frac{dU}{dx} \approx \frac{(U_2 - U_1)}{L} \quad (1)$$

где $(U_2 - U_1)$ – разность потенциалов (U_2 и U_1) в двух точках (1,2) МБС, находящихся на расстоянии L . Разность потенциалов (напряжение) обозначим буквой U . Расчеты [5] показывают, что величина максимального напряжения U_m в этих точках описывается формулой:

$$U_m = E_m \times L = \left[\frac{2P}{c\rho} \right]^{0,5} B \times L \quad (2)$$

где P – мощность УЗИ. На основании проведенных ранее экспериментов [5] можно рассчитать величину максимального тока, возбуждаемого с помощью АММ в участке МБС, соответствующего максимуму стоячей волны E . Область протекания основной части тока между зондами в эксперименте [5] можно приблизительно представить в виде куба со сторонами, равными 1 см, так как диаметр (d) цилиндрической области (“луча”) распространения УЗИ также составлял около 1 см. Для усредненного значения удельного сопротивления БС при низких частотах, равного $\rho_2 = 140$ Ом см [2], считая, что сопротивление в основном является активным, можно рассчитать с помощью закона Ома величину амплитуды тока I_m через эту область МБС:

$$I_m = \frac{U_m}{R} = \frac{U_m}{\rho_2 L / d^2} = \left[\frac{2P}{c\rho_1} \right]^{0,5} B \frac{d^2}{\rho_2} \quad (3)$$

где R – сопротивление области протекания тока. После подстановки численных значений параметров эксперимента [5] в формулу (3) получаем $I_m = 0,5 \times 10^{-6}$ А. Максимальная плотность тока $j_m = I_m / d^2$ в таком локальном участке МБС равна $j_m = 0,5 \times 10^{-6}$ А/см². В частности, при максимально допустимой мощности УЗИ 1 Вт/см² и величине ПМП 7Т [6] в локальной области МБС можно возбудить ток с максимальной плотностью около 10^{-4} А/см².

Выводы. Рассчитана локальная плотность возбуждаемого тока в экспериментальном модельном образце и показана возможность достижения плотности тока на уровне 10^{-4} А/см², которая близка к предельно допустимой для организма человека величине (5×10^{-4} А/см²).

Ссылки: 1. Оптоелектронні медичні системи / [В. Г. Абакумов, З. Ю. Готра, С. М. Злепко та ін.]. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2010. – 329 с. 2. Олейник В.П., Основы взаимодействия электромагнитных полей с биологическими объектами, Учебное пособие, ХАИ, Харьков, 2006. 3. Кузнецов Д.А., Гидродинамические волны в растворах, Биофизика, 24, №5 (1979) 865. 4. Березовский В.А., Колотилов А.М., Биофизические характеристики тканей человека, Киев, Науковая думка, 1990. 5. Acoustic excitation of electric field in water solution NaCl / O. G. Avrunin, I. S. Bondarenko, S. I. Bondarenko, Y. V. Kuzmenko, O. Yu. Pinaieva, P. Kisała, A. I Tleshova, S. Luganskaya // Przegląd elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 95 NR 4/2019. – P. 158-161. 6. С. А. Park et al., Appl. Magn. Reson., 46, (2015) 1189.