



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**



**МАТЕРІАЛИ ТЕМАТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ"**

**В РАМКАХ 26-ГО МІЖНАРОДНОГО
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ**

"РАДІОЕЛЕКТРОНІКА І МОЛОДЬ В ХХІ СТОЛІТТІ"



Харків 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ



МАТЕРІАЛИ ТЕМАТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ»

В РАМКАХ 26-го МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ
«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ В ХХІ СТОЛІТТІ»

Том 1

Харків 2022

УДК 615.47+616.7

Тематична конференція «Актуальні питання біомедичної інженерії» в рамках 26-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті». Зб. матеріалів конференції. Т.1. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 134 с.

У збірник включені матеріали тематичної конференції «Актуальні питання біомедичної інженерії» в рамках 26-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті».

Видання підготовлено кафедрою біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14

тел./факс: (057) 702-13-64

E-mail: d_bme@nure.ua

УДК 537.8:534.8:612

ЕЛЕКТРИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ АКУСТИЧНОГО ОПОРУ ЛОКАЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ БІОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА

Бондаренко І.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, Україна, пр. Науки 14, каф. Біомедичної інженерії

тел. (057) 702-13-64

e-mail: igor.bondarenko@nure.ua

An electrical circuit has been modeled for remote determination of the acoustic resistance value of a local section of the biological substance under acoustic-magnetic influence on it. Based on the developed dipole model, mathematical relationships are obtained that relate the measured value of the alternating electric field strength to the local value of the acoustic resistance of the biological substance.

Вступ. Аномальне значення акустичного опору (АО) біологічного середовища (БС) людини свідчить про захворювання, але досі не існувало дистанційного способу визначення АО БС і, зокрема, локальних значень АО БС *in vivo*.

Мета роботи. Метою доповіді є обґрунтування можливості дистанційного визначення *in vivo* АО локальної ділянки БС для діагностики захворювання при застосуванні акустомагнітного впливу.

Суть роботи. Особливістю пристрою для дистанційного визначення АО локальної ділянки БС у середині тіла пацієнта є розташування вимірювальних зондів на поверхні шкіри пацієнта (подібно до вимірювання електрокардіограм). Розглянемо основні елементи розрахункової електричної схеми вимірів електричного поля з допомогою зондів. Фізичною моделлю локальної ділянки БС з збудженим у ньому змінним електричним полем може бути електричний диполь, що складається з двох рівних за величиною (q) точкових різноіменних зарядів, що знаходяться на відстані " s " один від одного і міняються місцями з частотою ультразвуку (рис.1) [1,2].

На рис. 1 показано розподіл силових ліній електричного поля диполя всередині та поза ним. Останні є лініями поля розсіювання. На малюнку також показані дві пари вимірювальних зондів 1, 2 у двох різних позиціях (поздовжній - I та поперечній - II) щодо електричної осі диполя. Вони служать для вимірювання різниці потенціалів електричного поля розсіювання диполя на відстані R від диполя.

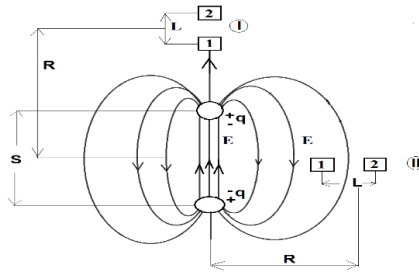


Рис. 1. Схема електричного диполя, що складається з двох точкових зарядів q з відстанню s між ними, моделює ділянку середовища з збудженим в ньому за допомогою акусто-магнітного впливу змінним електричним полем з напруженістю E (напрямок силових ліній поля диполя показано для одного з двох можливих знаків заряду).

В результаті розрахунків було отримано, що електрична напруга на зондах, що знаходяться на відстані L один від одного в позиціях I і II, дорівнює:

$$U_{mзI} \approx E_{mзI} \cdot L = \frac{0,25B_d L(2P_s / \rho c)^{0,5}}{(R/s)^3} \quad (1)$$

$$U_{mзII} \approx E_{mзII} \cdot L = \frac{0,12B_d L(2P_s / \rho c)^{0,5}}{(R/s)^3} \quad (2)$$

де $U_{mзI}$ та $U_{mзII}$ – амплітуди електричної напруги на зондах у позиції I та II, $E_{mзI}$ та $E_{mзII}$ – напруженість електричного поля розсіювання для зондів у двох позиціях, ρ – щільність БС, B_d – індукція зовнішнього постійного магнітного поля, P_s – потужність ультразвукового випромінювання.

За допомогою цих формул (1,2) ми можемо розрахувати величину акустичного опору (ρc) біологічного середовища.

Висновки. Розроблено дипольну модель локального джерела змінного електричного поля, що виникає в заданій ділянці БС в результаті спільного локального впливу на нього ультразвуку та постійного магнітного поля.

Списоквикористанихджерел:

1. I.S. Bondarenko, O.G. Avrunin, O. Gryshkov, B. Glasmacher, Possibilities of joint application acoustic radiation and a direct magnetic field for biological researches, ICSEM and RGC conference in Aachen, International Journal of Bioelectromagnetism, 2018. p.66
2. Bondarenko, I., Avrunin, O. (2021), On the acousto-magnetic method of measuring the acoustic resistance of local areas of the biological tissue, Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, No.2 (16), P.72–79. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2021.16.072>