

А.Р. КОРСУНОВ, канд. техн. наук, доц., УПА, Харків

ТЕХНОЛОГІЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ АКТИВІЗАЦІЇ ТКАНИННИХ СТРУКТУР ОРГАНІЗМУ

В статті розглянуто рішення проблеми підвищення якості терапії в сеансах електромагнітного впливу за рахунок підвищення точності локалізації променю впливу на обраній області опромінення, зниження рівня паразитного впливу на сусідні структури організму та системи захисту від дестабілізуючих факторів, що в цілому забезпечується системою управління якістю терапевтичних послуг. Бібліогр: 10 назв.

Ключові слова: якість терапії, електромагнітний вплив, структура організму, точність локалізації променю впливу.

Постановка проблеми. Використання різноманітних засобів інформації при електромагнітному впливі на біоструктури в наукових дослідженнях з біофізики та біоелектроніки, практичній медицині набуло широкого характеру. При цьому необхідна розробка теоретичних засад формування електромагнітних сигналів та відповідної апаратної платформи для переносу електромагнітних інформаційних сигналів запрограмованого впливу на біоструктури до самих об'єктів. Це дозволить вирішити проблему адаптації до особливостей організмів параметрів електромагнітного впливу на біооб'єкт. В зв'язку з цим необхідно, щоб передача розглянутих сигналів по каналах системи не приводила до перекручення електромагнітної оболонки, що створюється навколо об'єкту.

Аналіз літератури. Окремі аспекти ізольованої дії магніто- і НВЧ впливів на біоструктури розглянуті в ряді робіт авторитетних дослідників [1 – 4], але живі істоти сформувались під постійним сполученням впливом магніто- та НВЧ чинників як від магнітного поля Землі, так і електромагнітних полів, що знаходяться в зоні радіопрозорості земної атмосфери [5]. Існують серійні апарати мікрохвильового опромінення типу "Луч" з модифікаціями [4]. Вони опромінюють біооб'єкти через слабо спрямовані антени типу відкритий кінець хвилеводу, через що формується мало локалізоване опромінення. Помітна частина мікрохвильової енергії не випромінюється через відбиття від відкритого кінця хвилеводу. Значні затрати енергії виникають за рахунок відбиття від самого об'єкту. Все це приводить до втрат 50 – 70% енергії опромінення.

Мета статті. Розробка моделей ефективного поглинання низькоінтенсивних електромагнітних сигналів біоструктурами з визначеною специфічною дією.

Розробка методів впливу електромагнітними сигналами. При

розробці процесів електромагнітного поглинання необхідно враховувати, що смуго-пропускаючі або відбиваючі біоструктури, мають або резонансні можливості без поглинання, або характеризуються зростанням поглинання зі зміною кута падіння. Так на основі ефекту "швидких" поверхневих хвиль в поглинаючих середовищах можливе існування структур з низьким коефіцієнтом відбиття при великих кутах падіння.

Поверхневі Е-хвилі виникають при тих частотах, для яких хвилеве число $k_0 = 2\pi/\lambda$ задовольняє співвідношенню

$$k_0 = \frac{m\pi}{b\sqrt{\varepsilon_{r2} - 1}}, \quad m = 0, 1, 2, 3,$$

а для поверхневих Н-хвиль k_0 задовольняю співвідношенню

$$k_0 = \frac{(m - 0,5)\pi}{b\sqrt{\varepsilon_{r2} - 1}}, \quad m = 0, 1, 2, 3.$$

Таким чином, аналіз моделі дистанційного опромінювання показав, що обираючи кут падіння ЕМП під час опромінення, необхідно контролювати рівень відбиття сигналу від поверхні біоструктури, мінімізуючи його [6].

Основні типи випромінювачів магнітного поля (МП), які використовуються на теперішній час в магнітобіології, це різновидність штучних випромінювачів типу "лінійний провідник" (ЛП). Напруженість подібного опромінювача відображається наступним співвідношенням

$$\vec{H}_\varphi = \frac{\vec{I} \cdot \vec{L}}{4\pi \cdot r^2} \sin \theta,$$

де \vec{r} – відстань від центру ЛП до точки випромінювання; θ – кут між віссю ЛП і \vec{r} ; \vec{I} – струм в провіднику; \vec{L} – довжина.

В даному розділі підкреслено, що біоструктури формувались в середовищі магнітного поля Землі, яке моделюється не "штучним" випромінювачем, а математичною моделлю за теорією геомагнетизму Гауса. Скалярний магнітний потенціал n -го мультиполя цієї моделі в сферичній системі координат R , φ , θ аналітично відображається рівнянням наступного виду

$$U_n = \frac{1}{4\pi R^{n+1}} \sum_{m=0}^n (q_{nm} \cos m\varphi + h_{nm} \sin \varphi) \cdot P_n^m(\cos \theta),$$

де q_{nm} , h_{nm} – постійні коефіцієнти; m – порядковий номер елементарного мультиполя n -го порядку; $P_n^m(\cos \theta)$ – приєднані функції Лежандра

першого роду. З точки зору формування біотропних параметрів звідси необхідно виділити в першу чергу вісевий дипольний момент зональної гармоніки ($n = 1, m = 0$), магнітне поле якої не залежить від кутової координати φ , що забезпечує рівномірний вплив цієї складової МП на біоб'єкт. При диференціюванні U_n по координаті θ одержимо гармонічний ряд у вигляді суми мультиполів:

$$H_\theta = -\frac{1}{4\pi R^{n+2}} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\partial U_n}{\partial \theta}.$$

З практичної точки зору відмітимо перші три гармоніки ряду, а саме:

$$H_{\theta 1} = \frac{1}{4\pi R^3}; H_{\theta 2} = \frac{1}{4\pi R^4}; H_{\theta 3} = \frac{1}{4\pi R^5}$$

при $\theta = 90^\circ$ и $\varphi = 0^\circ$. Якщо виток МП відповідає розглянутій моделі, то біоб'єкт в залежності від відстані опромінюється МП означеної структури.

Прийнявши в першому наближенні [7], що розглянуті процеси носять адитивний характер, визначимо функціонал самого процесу впливу в наступному вигляді:

$$P(t)_i \xrightarrow{M_j^p(t)} P(t, M_j^p(t))_i + P(M_k^d(t))_i,$$

де $P(t)_i$ – функція по одному із параметрів біоб'єкта без впливу МНВЧ; $M_j^p(t)$ – деякий комплекс параметрів впливу; $M_k^d(t)$ – комплекс перешкод від МНВЧ на вимірювально-діагностичну систему.

При перешкоді $S(t)$ імовірність переключень визначається наступним чином [8]

$$P = \int_{U_m}^S f(S) dS = F(U_m/\sigma),$$

тобто, при підвищенні співвідношення рівня сигналу U_m та середньоквадратичного значення σ перешкоди імовірність похибки різко зменшується. Наприклад, при прийомі двохпозиційного сигналу ідеальним приймачем, якщо $U_m/\sigma = 3$ значення $P = 1,3 \cdot 10^{-3}$, а при $U_m/\sigma = 4,5$ маємо $P = 1,3 \cdot 10^{-6}$. Таким чином, система автоматичного регулювання потужності (АРП) з динамічним діапазоном в 27дБ

забезпечить достатньо високий рівень відсутності перекручень інформаційного сигналу [9, 10].

Висновок. Одержані результати забезпечать високо стабільний та адаптивний до впливу дестабілізуючих факторів терапевтичний процес, оскільки в системі виключається перевантаження вхідних ланцюгів приймачів.

Список літератури: 1. *Hallet M.* Magnetic stimulation in clinical neurophysiology. – Ed. Elsevier. – V. 2nd. – 2005. – P. 38-46. 2. *Mills K.R.* Magnetic stimulation of the human nervous system / *K.R. Mills.* – Oxford: University Press, 1999. – 647 p. 3. *Pascuale-Leone A.* Handbook of transcranial magnetic stimulation / *A. Pascuale-Leone, N.J. Davy, J.C. Rothwell, E.M. Wassermann, B.K. Purri.* – London: Arnold, 2002. – 401 p. 4. Загальна фізіотерапія: навчальний посібник / *Я.Р. Федорів, А.Л. Філіпюк, Р.Ю. Грицко.* – К.: Здоров'я, 2004. – 224 с. 5. *Акулова Л.П.* Основные принципы адаптации организма к космогеофизическим факторам / *Л.П. Акулова* // *Біофізика*, 1998. – Т. 43. – С. 571-575. 6. Пат. 57131 Україна, МПК А61В 5/0402. Персональний телемедичний пристрій для стимуляції та корекції функціонального стану пацієнта / *Корсунов А.Р.*, заявник і патентовласник Українська інж.-пед. академія. – № u 2010 09380, заявл. 26.07.2010, опубл. 10.02.2011. Бюл. №3. 7. *Зайченко Ю.П.* Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах / *Ю.П. Зайченко.* – К.: Слово, 2008. – 344 с. 8. *Корсунов А.Р.* Аналого-цифрові регулятори електричного сигналу в каналах зв'язку: Монографія / *А.Р. Корсунов.* – УПА-Горлівка: "Видавництво Ліхтар", 2009. – 160 с. 9. *Корсунов А.Р.* Сочетанная электрическая стимуляция биологических структур организма по каналам телекоммуникационной системы / *А.Р. Корсунов* // *Електроніка і зв'язь.* – 2008. – № 6. – С. 42-48. 10. *Корсунов А.Р.* Метод оценки электрической активности проводящих путей при возбуждении тканевых структур биообъектов / *А.Р. Корсунов* // *Електроніка і зв'язь.* – 2007. – № 4. – С. 68-73.

References:

1. Hallet, M. (2005), "Magnetic stimulation in clinical neurophysiology". Ed. Elsevier, Vol. 2, pp. 38-46.
2. Mills, K.R. (1999), *Magnetic stimulation of the human nervous system*, University Press. Oxford, 647 p.
3. Pascuale-Leone, A., Davy, N.J., Rothwell, J.C., Wassermann, E.M., Purri, B.K. (2002). *Handbook of trans cranial magnetic stimulation*, Arnold. London, 401 p.
4. Fedoriv, Y.A., Filipyuk, A.L., Grytsko R.Y. (2004), *General physiotherapy: a tutorial*. Health, Kiev, 224 p.
5. Akulova, L.P. (1998), "Basic principles of adapt in to the factors cosmogeophysical", *Biophysics*, Vol. 43, pp. 571-575.
6. Patent Ukraine, No. 57131, МПК А61В 5/0402, Korsunov, A.R. (2011), Personal telemedicine device for stimulation and correction of the function and correction of functional state of patients. The applicant and the patentee Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy No. u2091009380, announced 26.07.2010, published 10.02.2011. Bul. No. 3.
7. Zaychenko, Y.P. (2008), *Fuzzy models and techniques in intelligent systems*. Word, Kiev, 344 p.
8. Korsunov, A.R. (2009), *Analog-to-digital signal controllers of the electrical signal in the communication channels*, Monograph. Publisher Likhtar, UIPA-Gorlovka, 160 p.

9. Korsunov, A.R. (2008). "Combined electrical stimulation of the biological structures of the body through the channels of telecommunication systems". *Electronics & Communication*, No. 6, pp. 42-48.

10. Korsunov A.R. (2007). "Evolution method of electrical activity of path ways in the excitation of the tissue structures of biological objects", *Electronics & Communication*, No. 4, pp. 68-73.

Поступила (received) 29.03.2016

Статью представил д-р техн. наук, проф. УПА Канюк Г.І.

Korsunov Anatoliy, Dr. Tech. Sci., Docent
Ukraine ingen.-pedagog. Academy
Str. Universitetskaia, 16, Kharkiv, Ukraine, 61003
Tel.: (057) 733-79-41, e-mail: Korsunov_ar@mail.ru
ORCID ID:0000-0009-4538-83C1

УДК 621.394.4.:615.472.03

Технологія електромагнітної активізації тканинних структур організму / Корсунов А.Р. // Вісник НТУ "ХПИ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПИ". – 2016. – № 21 (1193). – С. 41 – 46.

В статті розглянуто рішення проблеми підвищення якості терапії в сеансах електромагнітного впливу за рахунок підвищення точності локалізації променя впливу на обраній області опромінення, зниження рівня паразитного впливу на сусідні структури організму та системи захисту від дестабілізуючих факторів, що в цілому забезпечується системою управління якістю терапевтичних послуг. Бібліогр.: 10 назв.

Ключові слова: якість терапії, електромагнітний вплив, структури організму, точність локалізації променя впливу.

УДК 621.394.4.:615.472.03

Технология электромагнитной активизации тканевых структур организма / Корсунов А.Р. // Вестник НТУ "ХПИ". Серія: Інформатика и моделирование. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2016. – № 21 (1193). – С. 41 – 46.

В статье рассмотрено решение проблемы повышения качество терапии в сеансах электромагнитного влияния за счет повышения точности локализации луча воздействия на избранной области облучения, снижении уровня паразитного воздействия на соседние структуры организма и системы защиты от дестабилизирующих факторов, что в целом обеспечивается системой управления качеством терапевтических услуг. Библиогр.: 10 назв.

Ключевые слова: качество терапии, электромагнитное воздействие, структуры организма, точность локализации луча воздействия.

UDC 621.394.4.:615.472.03

Technologi of electromagnetical make more active tissue structures of organism / Korsunov A.R. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2016. – №. 21 (1193). – P. 41 – 46

In the article the solution improve the quality of therapy sessions electromagnetic interference by increasing the accuracy of the localization accuracy influence beam of radiation exposure on the selected area, reducing the parasitic effects on adjacent structures of the body and protect the system against destabilizing factors, which generally ensures the quality management system of therapeutic services. Refs.: 10 titles.

Keywords: quality of therapeutics, electromagnetic interference, the body structure, localization accuracy influence beam.