

**Радиоелектронні прилади біомедичних технологій**

9. Webster J.G. Medical instrumentation. Application and design. John Wiley & Sons, inc. NY, 1998, 692 p.
10. Гусев В.Г., Мирин Н.В. Новые подходы к получению измерительной информации о состоянии биологических тканей // Вестник новых медицинских технологий. – 1997. – Т. IV. - № 4. С. 107-112.
11. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики, том I. – К.: Дніпро. – 1994. – 349 с.
12. Гайдышев И. Анализ и обработка данных: специальный справочник – СПб: Питер, 2001. – 752 с.
13. Association for the Advancement of Medical Instrumentation: American national Standard for Electronic or Automated Sphygmomanometers. Virginia: Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1987, 46 p.
14. O'Brien E., Petrie J., Littler W. et al. The British Hypertension Society Protocol for the evaluation of automated and semi-automated blood pressure measuring devices with special reference to ambulatory systems. J Hypertens 1990; 8: 607–19.
15. Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У. Механика кровообращения. – М.: Мир, 1981. – 624 с.
16. Филатова О.В., Требухов А.В., Киселев В.Д. Взаимодействие давления и потока в регуляции диаметра крупных артериальных сосудов.. – Барнаул: Изд-во Алтайского Ун-та, 2003. – 137 с.

Шарпан О.Б., Митров А.П.

**Анализ характера зависимости между пульсовым давлением в артерии и амплитудой неинвазивно зарегистрированного пульсового сигнала.**

Проведен анализ зависимости амплитуды пульсового сигнала, регистрируемого неинвазивно, от пульсового давления в артерии. Показано, что для диапазонов давлений, характерных для человека, эту зависимость с достаточной точностью можно считать линейной.

Sharpan O.B., Mitrov A. P.

**Analysis of character of dependence between pulse pressure in an artery and amplitude of a pulse signal non invasive registered**

Dependences of amplitude of a pulse signal registered by a non-invasive method from pulse pressure in an artery are studied. It is shown, that for ranges of the pressures concerning to people, with an adequate accuracy it is possible to consider this dependence the linear.

*Надійшла до редакції 20 травня 2006 року*

УДК 621.317.7.089

## РАДИОМЕТРИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ СЛАБКО КОНЦЕНТРОВАНИХ РОЗЧИНІВ СОЛІ І ЦУКРУ

*Яненко О.П., Кирпич Ю.А., Перегудов С.М.*

*В статті наведені результати дослідження надзвичайно слабких випромінювань слабо концентрованих розчинів солі і цукру, а також інших фізичних і біологічних об'єктів в мм-діапазоні хвиль.*

### **Вступ. Постановка задачі.**

Фізичні та біологічні тіла та об'єкти, що мають температурні градієнти по відношенню до навколишнього середовища, відповідно до законів

термодинаміки випромінюють у це середовище широкий спектр електромагнітних коливань. В повній мірі це положення термодинаміки можна використовувати по відношенню до рідин та різних розчинів. Інтенсивність випромінювання визначається формулою Релея-Джинса:

$$I_{\omega} = \frac{2\pi}{\lambda^2} \beta kT, \quad (1)$$

де  $\lambda$  – довжина хвилі;  $\beta$  – коефіцієнт випромінювальної здатності (сірості) об'єкта;  $k$  – стала Больцмана;  $T$  – температура об'єкта.

Коефіцієнт випромінювальної здатності  $\beta$  залежить від фізичних та хімічних властивостей речовини або рідини, а також від стану поверхні твердих тіл. Об'єкти при  $\beta=1$  називаються абсолютно чорним тілом (АЧТ).

Сигнал, що формується в результаті теплових флуктуацій елементарних частинок (осциляторів) фізичного чи біологічного об'єкта має шумовий характер, і вимірюється приладом з кінцевою смугою пропускання [1]

$$U_c(t) = U(t)\sin[\omega_0 t + \varphi(t)], \quad (2)$$

де  $U(t)$  - амплітуда обвідної сигналу;  $\omega_0$  - центральна колова частота смуги спостереження  $\Delta\omega$ ;  $\varphi(t)$  - фаза сигналу.

Електромагнітне поле, що створюється фізичними об'єктами, взаємодіє з предметами навколишнього середовища, у тому числі і з біооб'єктами. Вимірювання електромагнітних випромінювань, які є надзвичайно слабкими ( $10^{-14} \dots 10^{-15}$ ) Вт за температури навколишнього середовища та біооб'єктів в межах  $(0 \dots 50)^{\circ}\text{C}$ , проводиться високочутливими радіометричними системами (РС) з чутливістю на рівні ( $10^{-14} \dots 10^{-15}$ ) Вт [1,2].

Нами проводилось експериментальне дослідження випромінювальної здатності деяких фізичних тіл, а також взаємодії зовнішніх електромагнітних полів і випромінювань з власними полями біооб'єктів і особливо людини за допомогою розробленої РС мм-діапазону хвиль (37-53 ГГц) [2, 3]. При цьому велика увага приділялась також вивченню електромагнітних властивостей води і розчинів, оскільки вода є найбільш вагомою компонентою всіх живих істот (об'єм від 30 до 80%) [4,5].

Перспективним представляється проведення досліджень розчинів малих концентрацій солі і цукру, які можуть бути присутні у фізичних рідинах (наприклад, морській воді) і біологічних об'єктах, результати яких наведені нижче.

**Експериментальна частина:** Дослідження електромагнітного випромінювання слабких розчинів солі та цукру проводилось з використанням високочутливої РС на частоті 52 ГГц. РС атестована за допомогою генератора еталонного шуму [6]. Інтегральна чутливість радіометричної системи

складає  $10^{-14}$  Вт. Структурна схема вимірювання електромагнітних випромінювань (ЕМВ) розчинів та інших об'єктів наведена на рис. 1.

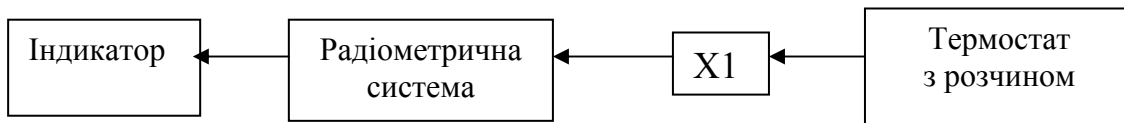


Рис.1. Схема вимірювальної установки для дослідження випромінювання об'єктів

Результати експериментальних досліджень показані на рис. 2, 3.

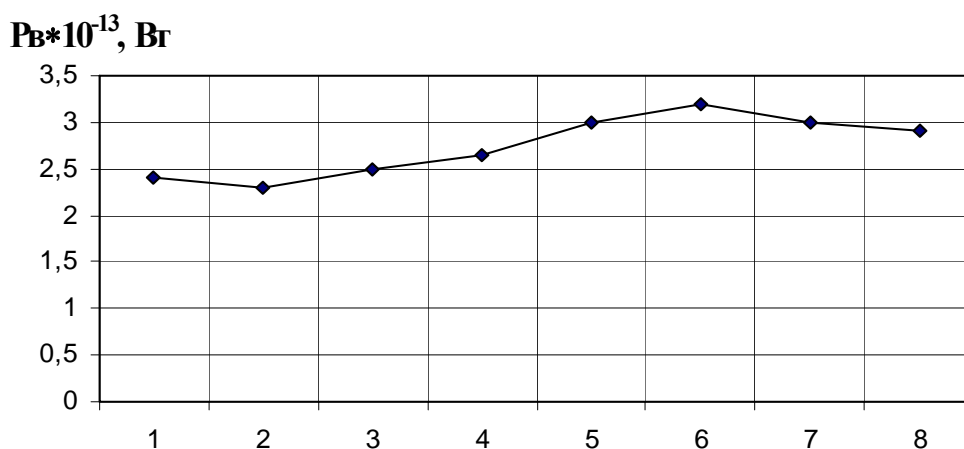


Рис. 2. Залежність потужності випромінювання від концентрації солі

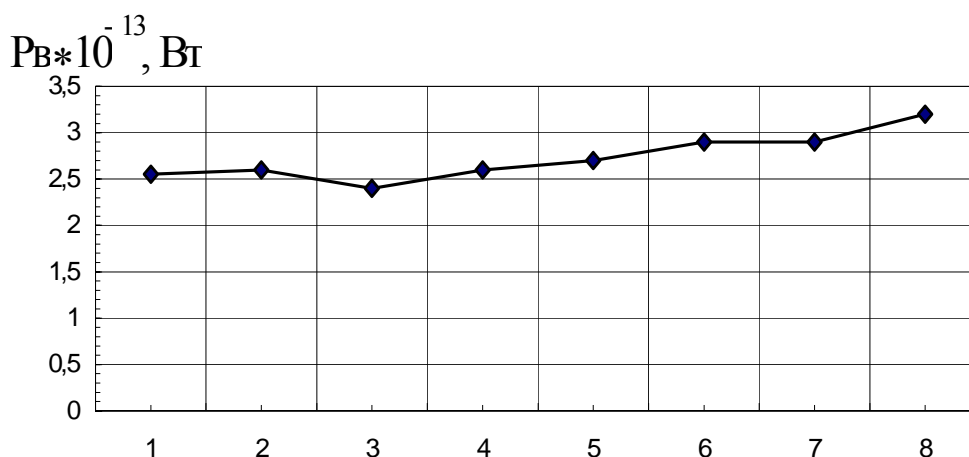


Рис. 3. Залежність потужності випромінювання від концентрації цукру

Дослідження проводилися на розчинах солі і цукру різної концентрації (на рис. 2, та 3: 1 – концентрація 0,1%; 2 – 0,2%; 3 – 0,3%; 4 – 0,4%; 5 – 0,5%; 6 – 1%; 7 – 5%; 8 – 10%). Розчини нагрівалися у термостаті до температури 37<sup>0</sup>С, яка відповідає верхній межі нормальної температури людини. Вимірювання випромінювальної здатності проводилась РС через приймальну антену (X1). Видно, що випромінювання розчинів значно відрізняється від випромінювання їх складових (чистих солі, цукру та води), а зміна концентрації призводить до появи екстремумів. На рис. 2 ріст концентрації від 0,1% до 0,3% призводить до появи мінімального екстремуму. За концентрації 0,2% випромінювальна здатність розчину складає  $2,3 \cdot 10^{-13}$  Вт; подальше збільшення концентрації солі в розчині змінює випромінювальну здатність розчину, наближаючи її до рівня випромінювання дистильованої води – максимальний екстремум  $3,2 \cdot 10^{-13}$  Вт (концентрація 1%). Далі спостерігається спад рівня випромінювання з ростом концентрації солі до 10% у розчині.

На рис. 3 наведена залежність потужності випромінювання від концентрації цукру. З ростом концентрації цукру в розчині випромінювальна здатність зростає, вона приблизно досягає рівня випромінювання дистильованої води. На концентрації 0,3% цукру в розчині спостерігається поява мінімального екстремуму –  $2,4 \cdot 10^{-13}$  Вт.

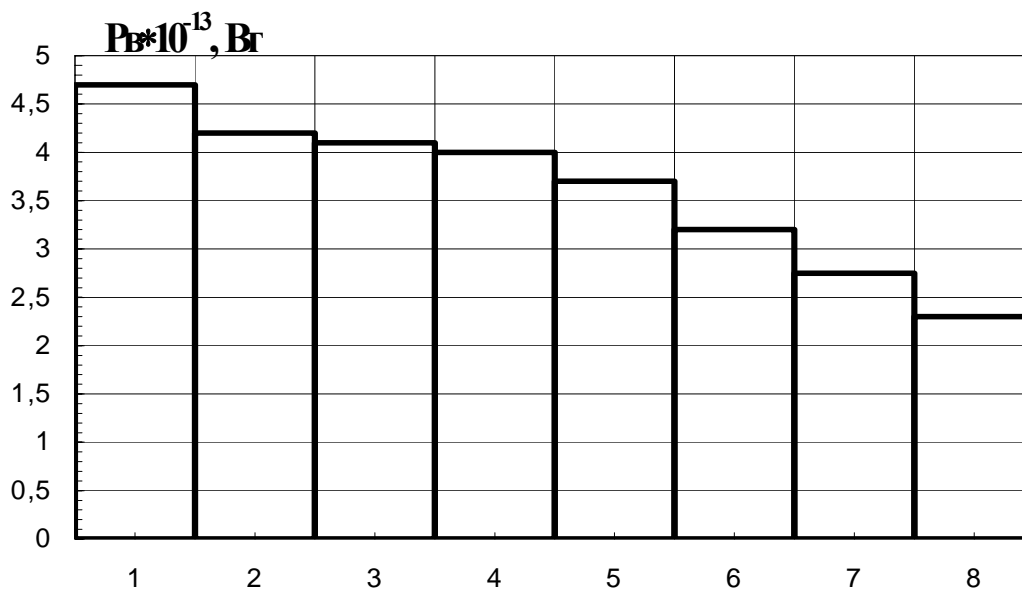


Рис. 4. Залежність потужності випромінювання від різних об'єктів (1 – кістка; 2 – дерево; 3 – сіль; 4 – долоня людини; 5 – розчин перекису водню 3%; 6 – дистильована вода; 7 – водопровідна вода; 8 – цукор)

На рис. 4 наведена порівняльна залежність потужності випроміню-

вання від різних об'єктів (1 – кістка; 2 – дерево; 3 – сіль; 4 – долоня людини; 5 – розчин перекису водню 3%; 6 – дистильована вода; 7 – вода з крану; 8 – цукор). Наведений перелік об'єктів можна поділити на дві групи. Об'єкти, що мають при температурі людського організму (36 – 37<sup>0</sup>С) При нагріванні цих об'єктів до температури тіла людини їх рівень випромінювання більший, ніж власне випромінювання людини, а також об'єкти з меншим рівнем випромінювання.

До об'єктів з більшим випромінюванням слід віднести кістку, дерево, сіль. Відмічені матеріали за температури тіла людини генерують мікрохвильовий сигнал, який є надлишковим для шкіри людини і повністю поглинається нею за їх теплового контакту. Друга група об'єктів включає в себе розчин перекису водню 3%, дистильовану воду, водопровідна вода, вень випромінювання нижче власного випромінювання людини і вони забезпечують поглинання мікрохвильової енергії в тепловому контакті з людським організмом.

Слід відмітити, що електромагнітна активність кістки, та інтенсивність її випромінювання за температури 36-37<sup>0</sup>С вища ніж шкіри людини. Пояснення цього знаходяться в тому, що коефіцієнт сірості кістки ( $\beta$ ) значно більший, ніж м'яких тканин тіла людини.

Таке співвідношення дозволяє розглядати кістки живих істот також як своєрідні генератори НВЧ-діапазону, що формують шумові сигнали надзвичайно низької інтенсивності, впливаючи на оточуючі їх клітини м'яких тканин тіла людини.

Висока чутливість клітин тіла людини до зовнішніх низькоінтенсивних сигналів [7] використовується для лікування в технологіях квантової медицини [8]. Очевидно і внутрішні електромагнітні поля та випромінювання людини також відіграють особливу роль в організмі людини, підтримуючи його життєздатність на необхідному рівні.

### **Висновки**

Слабко концентровані розчини солі та цукру мають різну випромінювальну здатність, яка визначається відсотком розчиненої у воді речовини. Наявність екстремумів підтверджує нелінійну залежність ЕМВ від концентрації, що, можливо, обумовлює нелінійні властивості біологічних об'єктів. Окрім того, проведені дослідження за допомогою високочутливої РС відкривають можливість для тонкого аналізу взаємодії фізичних та біологічних об'єктів на рівні надзвичайно слабких електромагнітних полів і випромінювань, в НВЧ-діапазоні.

### **Література**

1. Скрипник Ю.О., Манойлов В.П., Яненко О.П. Модуляційні радіометричні пристрої та системи НВЧ-діапазону: Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 374 с.

2. Скрипник Ю.О. и др. Микроволновая радиометрия физических и биологических объектов / Под общ. ред. проф. Ю.А. Скрипника. – Житомир: изд-во «Во-  
лынь», 2003. – 408 с.
3. Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф. Развитие представлений об излучающей и погло-  
щающей способности биообъектов в диапазоне сверхвысоких частот // Вимі-  
рювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах №2, 1999.- с.  
135 - 138
4. Петросян В.Н., Житнева Э.А., Гуляев Ю.В. и др. Физика взаимодействия мм-  
волн с объектами различной природы. // Радиотехника №9, 1996. -с. 20 - 31
5. Петросян В.Н., Дубовицкий С.А., Властин С.В. и др. Биохимические механиз-  
мы взаимодействия транс-резонансных радиоволн с водными и биологически-  
ми средами//Миллиметровые волны в биологии и медицине №1 (37), 2005. -  
с.7-17
6. Головки Д.Б., Скрипник Ю.О., Яненко О.П. Надвисокочастотні методи та засо-  
би вимірювання фізичних величин: Навч.посібник.–К.:Либідь, 2003. – 328 с.
7. Ситько С.П., Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф. Реакция организма человека на све-  
рхнизкие дозы мм-излучения // Тезисы докладов IV меж. крымской конф. "Кос-  
мос и биосфера", 2005. - с. 13.
8. Ситько С.П., Мкртчян Л.Н. Введение в квантовую медицину // К.: "Паттерн".  
1994. - 146 с.

Яненко А.П., Кирпич Ю.А., Перегудов С.Н. <b>Радиометрические измерения электро- магнитных полей слабоконцентриро- ванных растворов соли и сахара</b> В статье приведены результаты исследова- ния чрезвычайно слабых излучений слабо концентрированных растворов соли и са- хара, а также других физических и био- логических объектов в мм-диапазоне волн.	Janenko A.P., Kirpich J.A., Peregudov S.N. <b>Radiometers measurements electromag- netic fields of the poorly concentrated so- lutions of salt, sugar.</b> In the article results of research extraordinarily of low power radiations of the poorly concentrated solutions of salt, sugar, and also other physical and biological objectives at mm-range of wavelength.
---	---

*Надійшла до редакції 20 травня 2006 року*