

ISSN 0201-744X, ISSN 0321-2211

**Прилади і системи біомедичних технологій****V. B. Chyzhevskiy, M. O. Nikolov, M. M. Kovalenko***National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine***COMPUTER ANALYSIS OF SCINTIGRAPHIC IMAGES OF KIDNEY**

The object of study - the morphofunctional state of renal parenchyma. Subject of research - methods of segmentation scintigraphic imaging of the kidneys.

The objective of this work is to assess the information content of the image segmentation methods nephrostintigrafichnih when considering the focal changes in the renal parenchyma as an indistinct set.

Every year, the role of medical imaging in medicine is increasing as a result of the introduction of new medical technology. The complexity of the analysis and data volumes are very large. Therefore the problem of automation of this process is important. At the moment, there are a large number of standard segmentation methods, but because of a bad clarity of medical images of their works contain a large error. The work is comparable to the information content of the three methods. As a result, it was found that they complement each other so the image is analyzed using a different approach. That allows for a fresh look at the accumulation of defects in the radiopharmaceutical in problem areas of organ.

**Keywords:** scintigraphy, gamma camera, radiopharmaceutical renal function, segmentation.

*Надійшла до редакції 17 квітня 2016 року*

*Рецензовано 20 травня 2016 року*

© Чижевський В. Б., Ніколов М. О., Коваленко М. М., 2016

УДК 615.831.7

**ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКУ ТЕРАПЕВТИЧНИХ ІНТЕНСИВНОСТЕЙ НА  
КЛАСТЕРНУ СТРУКТУРУ ДИСТИЛЬОВАНОЇ ВОДИ**

<sup>1)</sup>Терещенко М. Ф., <sup>1)</sup>Кравченко А. Ю., <sup>2)</sup>Чухрась М. В., <sup>3)</sup>Курлянцева А. Ю.

<sup>1)</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна; <sup>2)</sup>Науково-методичний центр «Медичні інноваційні технології», м. Київ, Україна; <sup>3)</sup>Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського, м. Київ, Україна

E-mail: [agfarkpi@i.ua](mailto:agfarkpi@i.ua), [tol890@ukr.net](mailto:tol890@ukr.net)

У даній роботі приведено результати досліджень зміни розмірного спектру і концентрації оптичних неоднорідностей дистильованої води під впливом ультразвуку терапевтичних інтенсивностей, джерелом яких виступав фізіотерапевтичний апарат «МІТ-11», залежно від тривалості самого впливу. Вимірювання проводились за допомогою приладу «Кластер-1», принцип роботи якого полягає у проходженні зондуючого випромінювання із довжиною хвилі 633 нм і щільністю потоку потужності до 1 мВт/см<sup>2</sup> через досліджуване середовище із наступною програмною обробкою дифракційної картини.

**Ключові слова:** ультразвукова терапія, оптичні неоднорідності, кластерна структура, дистильована вода.

**Вступ**

Ультразвукові коливання на сьогодні набули широкого поширення у медичних системах, що можна побачити у представленому сьогодні на ринку асортименті ультразвукових приладів та апаратів [1]. У роботі досліджено вплив ультразвуку, що генерується комбінованим фізіотерапевтичним апаратом «МІТ-11» [2] на структуру дистильованої води. Фіксація ефекту змін від дії ультразвуку в характеристиках води реєструється за допомогою приладу «Кластер-1» [3].

Досліджено також дистильовану воду, оскільки вона має важливу роль у життєдіяльності жи-

вої клітини і організму загалом. Через те, що вода виконує в організмі суттєві різноманітні функції: разом із іншими органічними та неорганічними з'єднаннями, вона бере участь у якості основного компонента у формуванні єдиної внутрішньоклітинної структури, завдяки якій досягається характерна для живої тканини тонка впорядкованість. У різних організмів і особливо у різних біологічних тканинах тварин і людини вміст води коливається у значних межах: в біологічних рідинах (кров, лімфа) вміст води складає від 88 до 99%; в кістковій тканині її кількість зменшується до 20-24% [4].

### Аналіз сучасного стану проблеми

Вплив ультразвуку був предметом багатьох наукових досліджень, як на біологічні об'єкти [5], так і на воду [6]. На відміну від роботи [6], де проводились дослідження впливу на воду залежно від частоти звукових коливань (1 Гц - 880 кГц) та інтенсивності (15 – 80 дБ), при фіксованому часі впливу (20 хв., 30 хв.), метою даної роботи є знаходження залежності зміни структури води від часу впливу ультразвукових коливань при фіксованих параметрах ультразвуку.

### Постановка задачі

Вимірювання параметру (відсотковий вміст кластерів певного розміру за об'ємом) оптичних неоднорідностей води до і після впливу ультразвуку у даному експерименті були виконані за допомогою приладу «Кластер-1» [3], де кювета виготовлена із кварцового скла. Вимірювальна установка приведена на рис. 1.



Рис. 1. Фото установки «Кластер-1»

Генератором ультразвуку (УЗ) терапевтичних інтенсивностей (табл. 1) є комбінований фізіотерапевтичний апарат «МІТ-11» [2].

Таблиця 1. Параметри ультразвукового впливу.

Параметри УЗ	Значення
Частота	44 кГц
Амплітуда	5 мкм
Режим	Безперервний

Вплив на об'єкт дослідження було виконано за допомогою п'єзоелектричного випромінювача, робоча поверхня хвильоводу якого була розміщена безпосередньо у кюветі, до занурення її на малу глибину (1-2 мм) в рідину (рис. 2), що забезпечувалось закріпленням корпусу випромінювача у спеціальному пристосуванні.

Час вимірювань фіксувався у протоколі дослідження програмою, яка використовувалась для перенесення даних із самого приладу на ЕОМ (ПК). Час впливу ультразвуку фіксувався за допомогою таймера, вбудованого у апарат «МІТ-11». Загальна структурна схема експерименту (рис. 3), на якій схематично зображено основні блоки.

Поділений на етапи алгоритм експерименту наведено нижче. Для кожного інтервалу часу повторювались всі етапи (0-4).

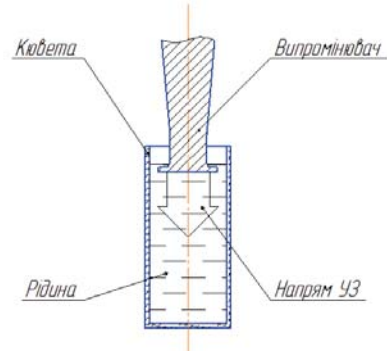


Рис. 2. Схема введення ультразвукової енергії у кювету з рідиною

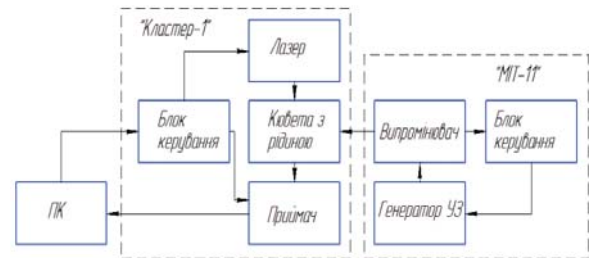


Рис. 3. Структурна схема експерименту

Етап 0 (підготовчий). Налаштування приладу «Кластер-1» і комбінованого фізіотерапевтичного апарату «МІТ-11», заповнення кювети дистильованою водою, встановлення випромінювача у потрібну позицію.

Етап 1. Виконання початкових вимірів параметру (відсотковий вміст кластерів певного розміру за об'ємом) дистильованої води до початку дії ультразвуком.

Етап 2. Ввімкнення випромінювача на певний інтервал часу.

Етап 3. Вимірювання параметрів води після припинення впливу ультразвуку.

Етап 4. Збереження отриманих даних експерименту на ЕОМ та виливання води з кювети.

### Результати дослідження

На графіках (рис. 4-9) представлені результати досліджень. Вплив ультразвуком впродовж 60 секунд (1 хв.) представлено на рис. 4.

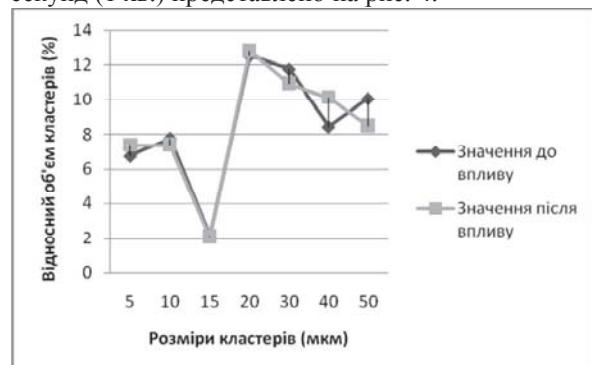


Рис. 4. Зміна об'єму кластерів різних розмірів при впливі ультразвуку впродовж 1 хв.

На вищенаведеному графіку видно найбільші зміни у інтервалах розмірів кластерів 40 та 50 мкм. Із даного графіку можна зробити припущення про те, що відбувається зменшення розмірів від 50 до 40 мкм під дією ультразвуку. Це можна пояснити впливом на структуру води ультразвуку, яка призводить до розриву водневих зв'язків та розпаду більш крупних кластерів на більш дрібні.

Результати експериментальних даних при інших інтервалах часу наведено нижче (рис. 5 – 9).

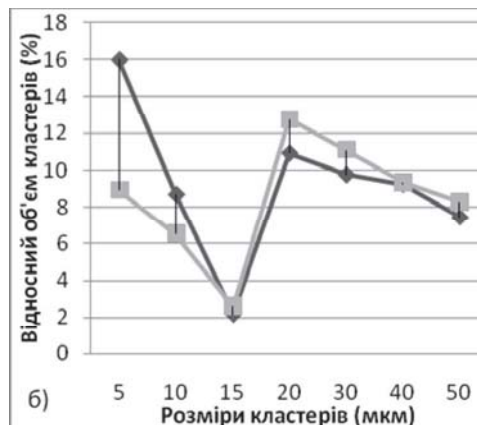
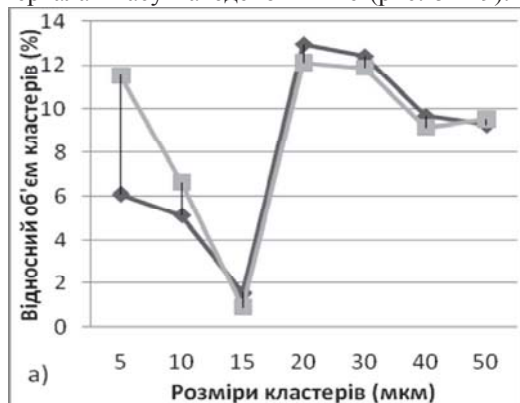


Рис. 5. Зміни об'єму кластерів при впливі впродовж 2 хв.(а), 3 хв.(б).

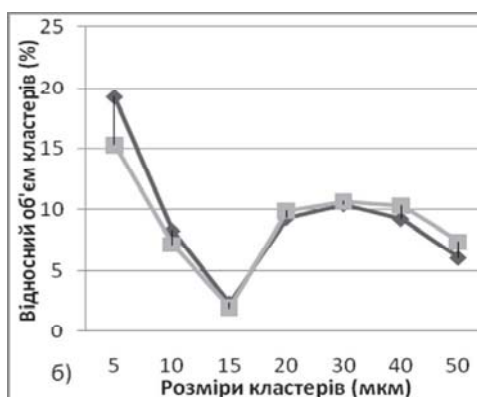
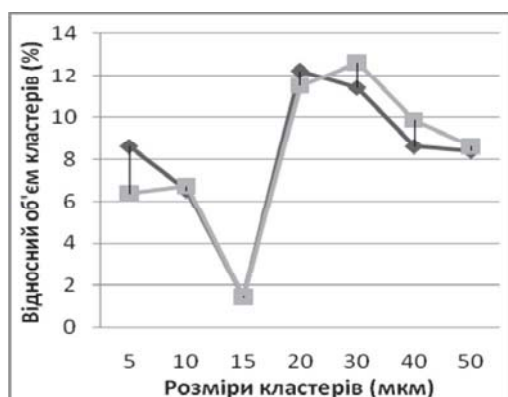


Рис. 6. Зміни об'єму кластерів при впливі впродовж 4 хв.(а), 5 хв.(б).

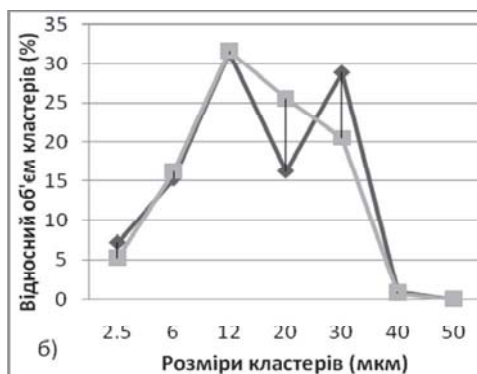
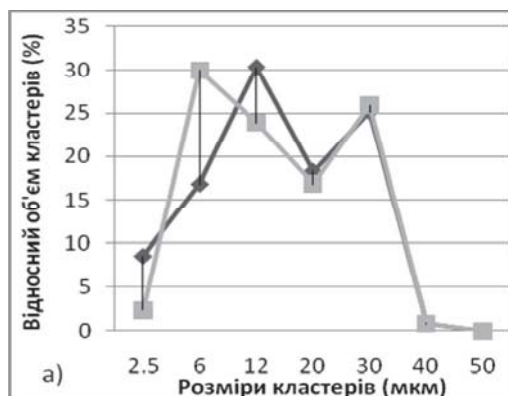


Рис. 7. Зміни об'єму кластерів при впливі впродовж 6 хв.(а), 7 хв. (б)

За отриманими даними побудовано графік (рис. 10), на якому видно, що найбільша узагальнена різниця припадає на інтервал 6 хв., менші значення бачимо на відрізках часу 7 і 9 хв. Трохи меншою є

Щоб оцінити узагальнений вплив на дистильовану воду, ми оцінюємо суму різниць за кожним показником до і після впливу ультразвуком, і для кожного інтервалу часу (1-10 хв.), приводимо узагальнену різницю щодо представленої суми різниць за всіма значеннями розмірного спектру. В даному випадку, чим більшою є сумарна різниця на певному інтервалі часу, тим більший вплив має ультразвук на дистильовану воду у цьому інтервалі.

різниця при інтервалі часу у 10 хв., ще меншою є різниця в інтервалі 3 хв. В інтервалах 1, 4, 5, 8 хв. зміни незначні.

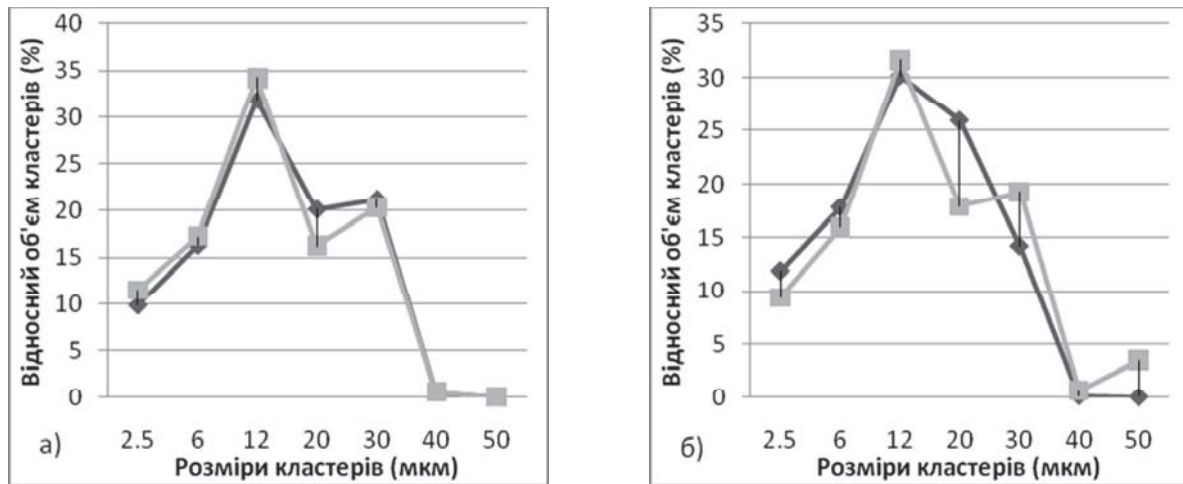


Рис. 8. Зміни об'єму кластерів при впливі впродовж 8 хв.(а), 9 хв. (б)

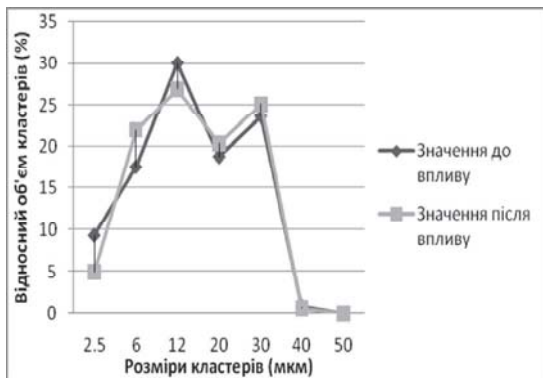


Рис. 9. Зміна об'єму кластерів різних розмірів при впливі ультразвуку впродовж 10 хв.

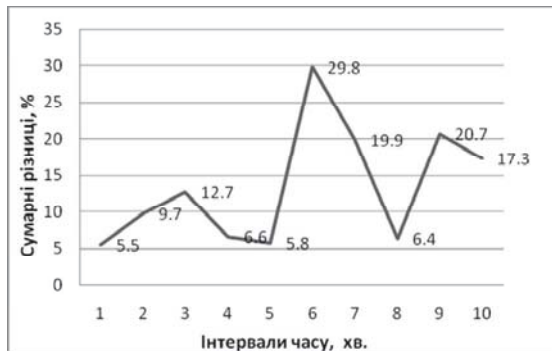


Рис. 10. Залежність сумарних різниць показників об'ємів кластерів від часу впливу ультразвуку

Явища, які ми бачимо у результатах даних експериментів, що наведено вище, а саме, розпад одних кластерів і утворення інших, можна пояснити таким чином, що на кластери діє ультразвук, під дією якого виникають сили з'єднання і відштовхування між кластерами. Тобто, якщо два кластери глобулярної структури знаходяться близько один від одного в ультразвуковому полі, то між ними виникає сила взаємодії, обумовлена впливом звуку на частинку, яка коливається, і відбитого іншою частинкою. Таку взаємодію можна спрощено зобразити у вигляді взаємодії двох сфер, коли

лінія, яка з'єднує їхні центри, знаходиться під довільним кутом  $\theta$  до напрямку розповсюдження ультразвукової хвилі. Тоді виникає сила відштовхування вздовж напрямку поширення звуку, і сила притягання в протилежному напрямку. Ця сила описується наступним чином:

$$F_0 = F_0 \sin 2\theta, \quad (1)$$

$$F_r = F_0 (3 \cos^2 \theta - 1), \quad (2)$$

де

$$F_0 = \frac{2\pi}{3} \left[ \frac{(\rho - \rho_0)^2}{\rho_0} \right] \frac{a^3 b^3 v_0^2}{r^4}, \quad (3)$$

де  $a$  і  $b$  – радіуси сфер,  $r$  – їх відстань одна від одної,  $v_0$  – амплітуда швидкості зовнішнього середовища,  $\rho_0$  – густина рідини [8].

### Висновки

За отриманими результатами досліджень можна зробити висновки про те, що ультразвук дійсно має суттєвий вплив на кластерну структуру води, а ступінь його впливу залежить від тривалості дії. Узагальнюючи ступінь зміни кластерної структури дистильованої води на кожному з інтервалів часу, за допомогою узагальнених різниць, ми отримали дослідним шляхом суттєву залежність впливу ультразвуку на воду від часу. Інтервали часу (3; 6; 9 хв.) мають найбільший вплив на воду, що знаходить відображення у прийнятих інтервалах часу для проведення ультразвукової терапії за загальноприйнятими методиками [7], та можуть бути використані при розробці нових апаратів і методик лікування ультразвуком у фізіотерапії.

### Література

1. Міжнародна технічна виставка Охорона здоров'я: офіційний каталог. - Київ: Прем'єр експо, 2015. – 149 с.
2. Аппарат для физиотерапии комбинированный МИТ-11 [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://www.medintex.com/apparat-dlya-fizioterapii-kombinirovanniy-mit-11>.



3. Гончарук В. В. Обнаружение неоднородностей водной среды / В. В. Гончарук А. Ю. Курлянцева, В. В. Таранов // Журнал химии воды и технологии. – 2014. – Том. 36, Вып. 5. – С. 205 – 210.
4. Филипович Ю. Б. Основи біохімії: учбовий посібник / Филипович Ю. Б. – М.: Агар, 1999. – 512 с.
5. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии: Учеб. пособие / В. Б. Акопян, Ю. А. Ершов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 224 с.
6. Коваленко В. Ф. Влияние акустических волн на структурные свойства воды / В. Ф. Коваленко, В. В. Глазкова // Сборник тезисов докладов конференции Херсонского национального технического университета. – 2007. – № 4. – С. 1 – 13.
7. Физиотерапия: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1995. – 240 с.
8. Применение ультразвука в медицине: Физические основы; пер. с англ.; под ред. Хилла. – М.: Мир, 1989. – 568 с.

УДК 615.831.7

<sup>1</sup>М. Ф. Терещенко, <sup>1</sup>А. Ю. Кравченко, <sup>2</sup>М. В. Чухраев, <sup>3</sup>А. Ю. Курлянцева

<sup>1</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», г. Київ, Україна; <sup>2</sup>Научно-методический центр «Медичні інноваційні технології», г. Київ, Україна; <sup>3</sup>Інститут колоїдної хімії і хімії води ім. А. В. Думанського, г. Київ, Україна

### ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ НА КЛАСТЕРНУЮ СТРУКТУРУ ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЫ

**Проблематика.** В настоящее время широко используются аппараты ультразвуковой терапии в такой области медицины, как физиотерапия. Степень влияния на биологические ткани ультразвука можно оценить, с некоторым приближением, определив степень этого влияния на воду как основной компонент клеточной среды, а именно на кластерную структуру воды. Влияние ультразвука на кластерную структуру воды исследовалось в зависимости от параметров ультразвука при постоянных интервалах времени.

**Цель исследования.** Исследование степени влияния ультразвука терапевтических интенсивностей на кластерную структуру дистиллированной воды в зависимости от продолжительности воздействия.

**Методика реализации.** Сравнение отображения кластерной структуры дистиллированной воды до воздействия, и после воздействия ультразвука определенных интервалов времени, и оценка степени влияния при каждом интервале времени на структуру воды, помогает выполнить цель исследования.

**Результаты исследования.** Получено значение относительного объема кластеров в рамках исследуемых размеров, что позволяет определить степень влияния ультразвука для каждого из выбранных интервалов времени.

**Выводы.** Определены интервалы времени по степени воздействия ультразвука терапевтических интенсивностей на кластерную структуру дистиллированной воды. Что соответственно дает представление о степени влияния на биологические ткани ультразвука во время процедуры ультразвуковой терапии, в зависимости от длительности самой процедуры. Определены интервалы времени определенной степени влияния, которые могут быть использованы при разработке методик лечения ультразвуком в физиотерапии.

**Ключевые слова:** ультразвуковая терапия, оптические неоднородности, кластерная структура, дистиллированная вода.

<sup>1</sup>M. F. Tereshchenko, <sup>1</sup>A. Y. Kravchenko, <sup>2</sup>M. V. Chuhrayev, <sup>3</sup>A. Y. Kurlyantseva<sup>1</sup>National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine<sup>2</sup>Научно-методический центр "Medical Innovation Technologies", Kyiv, Ukraine<sup>3</sup>Institute of Colloid and Water Chemistry. A.V. Dumansky NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

### THE INFLUENCE OF THERAPEUTIC ULTRASOUND INTENSITIES TO CLUSTER STRUCTURE OF DISTILLED WATER

**Problems.** Nowadays, widely used ultrasound therapy devices in this field of medicine, like physiotherapy. The degree of influence of ultrasound on biological tissue can be estimated with some approximation, defining the extent of this impact on the water - as the main component of the cell environment, namely the cluster structure of water. Effect of Ultrasound on cluster structure of water depending on the parameters studied by ultrasound constant time intervals. This article examines the influence of ultrasound on the cluster structure of water depending on the duration of exposure.

**The aim of the study.** Research degree of influence of therapeutic ultrasound intensities to cluster structure of distilled water, depending on the duration of exposure.

**Methods of implementation.** Comparison display cluster structure of distilled water to the effects and after effects of ultrasound specified time intervals and assessment of the impact for each time interval the structure of water, helping to fulfill the purpose of the study.

**Research results.** Obtain the relative volume clusters within the studied size to determine the degree of influence of ultrasound for each of the selected time intervals.

**Conclusions.** Intervals determined by the degree of influence of therapeutic ultrasound intensities to cluster structure of distilled water. What pursuant gives an idea of the degree of influence of ultrasound on biological tissue during the procedure ultrasound therapy, depending on the duration of the procedure. Defined intervals certain degree of influence can be used to develop methods in physiotherapy ultrasound treatment.

**Key words:** ultrasound, optical heterogeneity, cluster structure, distilled water.

*Надійшла до редакції  
11 січня 2016 року*

*Рецензовано  
22 лютого 2016 року*

© Терещенко М. Ф., Кравченко А. Ю., Чухраєв М. В., Курлянцева А. Ю., 2016

УДК 612.171.1+004.852

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОРМЫ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ ИХ РАСПОЗНАВАНИИ

*Шачиков А. Д., Шуляк А. П.*

*Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина*

*E-mail: [light.ash1@gmail.com](mailto:light.ash1@gmail.com), [shulyak.alex@mail.ru](mailto:shulyak.alex@mail.ru)*

*Отбор информативных признаков в составе портретов медико-биологических сигналов направлен на повышение вероятности правильных решений диагностической системы.*

*Цель работы – раскрытие особенностей использования характеристик формы сигналов при совершенствовании инструментария анализа априорных данных.*

*Рассматривается зависимость состава информативных признаков в портретах сигналов от альтернативных образов, различимость образов в конкретных парах, локализация информативных отсчётов, комплексирование разнородных портретов.*

*Представленный вариант анализа указанных особенностей представлен впервые. Дальнейшие разработки целесообразно направить на оценку эффективности комплексирования разнородных признаков в распознаваемых образах.*

**Ключевые слова:** *медико-биологические сигналы, анализ структуры, распознавание, обучение с учителем.*

### **Введение**

Развитие специализированных технических средств обследования пациентов, а также информационных технологий автоматизированной обработки данных привело к значительному возрастанию веса процедур анализа формы медико-биологических сигналов в реализуемых процессах медицинской диагностики [1, 2, 3].

Особую актуальность и значительные усилия в совершенствовании указанных процедур приобрели [1, 3, 4, 5] поиск наиболее информативных описаний формы сигналов, разработка эффективных процедур принятия решений при распознавании образов, медицинская интерпретация особен-

ностей, наблюдаемых при диагностике в процессах и характеристиках, накопление опыта решения указанных вопросов, отбор и систематизация необходимых априорных данных.

При богатом разнообразии описаний для сигналов, применяемых в медицинской практике [1, 3, 4, 5], одним из главных вопросов, остающихся до сих пор открытым, является общая математическая систематизация описаний наблюдаемых процессов, а вместе с этим, – систематизация используемых базисов для их разложения, параметров и характеристик формы, критериев их сравнительной оценки и т. п.