

ІНФОРМАТИКА, ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

УДК 004.932.2

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.4/09>

Глухова Н.В.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОГЕРЕНТНОГО СТАНУ РІДИНИ

У статті розглянуто сучасний стан досліджень у галузі визначення якості питної води, зокрема її біологічних властивостей. Виконано аналіз наявних моделей для опису фізичних, хімічних, біологічних властивостей води. Висвітлено переваги вивчення біологічних властивостей води в рамках теорії квантової електродинаміки.

Дослідження властивостей води в галузі квантової електродинаміки забезпечує врахування при побудові її моделей міжмолекулярних зв'язків у вигляді взаємодії між електричними диполями окремих молекул води й електромагнітним полем. Описані процеси впливають на біологічні властивості води, зокрема на ступінь її когерентності.

У роботі запропонована інформаційна технологія для обробки зображень газорозрядного випромінювання зразків води, яка дає змогу якісно й кількісно оцінити біологічні властивості води, пов'язані зі ступенем її когерентності. Інформаційна технологія містить обчислювальні процедури, які виконують функції побудови гістограм зображень газорозрядного випромінювання води, статистичний аналіз кількісних ознак гістограми, розрахунок медіан і різниць медіан в інтервалах групування даних гістограми.

Для виконання класифікації за видами води використано метрику – евклідову відстань. Вона розраховується для медіан в інтервалах гістограми або для різниць медіан.

Запропонована інформаційна технологія використана для обробки експериментальних результатів, отриманих у вигляді зображень газорозрядного випромінювання зразків рідини в полі високовольтного розряду. У ході досліджень залучено зразки дистильованої і штучно активованої води.

Отримані результати застосування інформаційної технології підтвердили достовірність і відтворюваність методу для контрольних зразків дистильованої води. Для штучно активованих видів води встановлено підвищення ступеня когерентності порівняно з контрольними зразками дистильованої, яка була обрана як еталон некогерентної.

Ключові слова: *якість води, когерентний стан, газорозрядне випромінювання, цифрова обробка зображень.*

Постановка проблеми. Вода відіграє ключову роль в існуванні живих істот. Її біологічна функція зумовлена передусім властивостями розчинника. Незважаючи на те що вода є однією з найбільш розповсюджених речовин на Землі, її властивості настільки унікальні, що процес наукових досліджень і вдосконалення моделей води активно триває вже декілька десятиліть.

У зв'язку з техногенним навантаженням, що наростає, на гідросферу одним із найважливіших питань, які виникають на межі гармонійного поєднання досягнень науково-технічного прогресу та вирішення екологічних проблем, постає розробка методів оцінки якості води, у тому числі питної.

Більшість наявних моделей води ґрунтується на такому елементарному її складнику, як окремо взята молекула. На базі окремо взятих моделей молекул потім, як із цеглинок, будуються моделі води в різних агрегатних станах.

Синтезовані за таким принципом моделі виявилися корисними при дослідженні різноманітних фізико-хімічних властивостей води [1]. Паралельно із цим відомо, що вода володіє низкою так званих «аномальних» властивостей, які нині в повному обсязі не може описати й обґрунтовано пояснити ні одна із цих моделей. Основною причиною такої ситуації є нездатність моделей, в основу яких закладено уявлення про структуру води як набору ізольованих молекул,

описати увесь спектр прояву міжмолекулярних зв'язків.

Як встановлено в останні роки, важливий вплив на властивості води, зокрема біологічні, чинять сили міжмолекулярного електростатичного тяжіння [2]. Розробка нових теоретичних та експериментальних підходів щодо вивчення біологічних властивостей води, обумовлених існуванням сил міжмолекулярної електростатичної взаємодії, є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Один із перспективних напрямів удосконалення моделей і методів для вивчення властивостей води розгортається в галузі квантової електродинаміки. Особливістю такого підходу є концентрація уваги саме на дослідженні міжмолекулярної взаємодії молекул води, що характеризуються флюктууючими дипольними моментами, які, у свою чергу, є джерелом електромагнітного випромінювання.

Важливість урахування при побудові моделей води міжмолекулярних зв'язків у вигляді взаємодії між електричними диполями окремих молекул води та електромагнітним полем обґрунтовано в роботах [3; 4].

Унаслідок міжмолекулярної взаємодії молекул води стає можливим утворення відносно великих за розміром (діаметр близько 100 нм) і стабільних сукупностей із молекул, які отримали назву когерентних доменів. Вони організуються завдяки невеликим індивідуальним флюктуаціям компонентів, які когерентно накладаються між собою [2]. Цей факт виявився значущим не тільки з точки зору теорії квантової електродинаміки, а і, як показали подальші дослідження, він має суттєвий вплив на пояснення біологічних властивостей води та поглиблення розуміння динамічних процесів на рівні міжклітинної рідини живих істот. Завдяки відкриттю когерентних явищ у структурі рідкої фази води з'явилася можливість більш повного опису протікання процесів метаболізму в живих організмах [5; 6].

Після встановлення та наукового обґрунтування зв'язку когерентного стану води з її біологічними властивостями проведено дослідження щодо впливу когерентної питної води на стан організму людини та перспективи її застосування з профілактичними й лікувальними цілями. У роботах [7; 8] наведено результати досліджень, які дали змогу встановити позитивний ефект від споживання води в когерентному стані на організм людини. Таким чином, виявлено позитивний вплив на регуляцію ритму серцевої динаміки, нормалізацію кров'яного тиску, стимуляцію імунітету [9; 10].

Дослідження біологічних властивостей питної води, обумовлених когерентними явищами в її структурі, є досить складним завданням, оскільки воно відноситься до галузі теорії квантової електродинаміки й потребує спеціальних методів і засобів вимірювань. У працях [11; 12] запропоновано спосіб дослідження ступеня когерентності води на базі методу газорозрядного випромінювання та застосування методології флікер-шумової спектроскопії для аналізу інформативних ознак зображень. Ефективність такого способу для дослідження ступеня когерентності води доведена експериментально при вивченні властивостей різних видів води з природних джерел.

В останній час у зв'язку з підвищеним техногенним навантаженням на гідросферу зростає частка споживання населенням штучно виготовленої (наприклад, дистильованої з додаванням корисних компонентів) або доочищеної води. Сьогодні розроблено великий спектр способів активації, підвищення біодоступності питної води та інших рідиннофазних об'єктів [13–15].

Тому подальшим розвитком способу оцінки ступеня когерентності води є розробка вдосконалених методик для дослідження активованих, доочищених або штучно виготовлених видів води.

Постановка завдання. Метою роботи є розробка способу оцінки ступеня когерентності води, який передбачає статистичний аналіз гістограм яскравості зображень газорозрядного випромінювання.

Виклад основного матеріалу. Розроблена інформаційна технологія для дослідження когерентного стану рідини включає обробку й аналіз сигналів вимірювальної інформації, які отримані в результаті впливу на досліджуваний зразок рідини електромагнітним полем і представлені у вигляді зображень газорозрядного випромінювання. Інформаційна технологія будується на базі декількох обчислювальних процедур, які забезпечують виділення інформативних ознак зображень і можливість порівняння їх з аналогічними інформативними характеристиками зразків з бази даних зображень, що утворена на основі попередніх досліджень типових вод з відомими біологічними, фізичними, хімічними властивостями. У підсумку застосування інформаційної технології забезпечує отримання кількісних і якісних оцінок когерентного стану рідини.

Обчислювальні процедури розробленої інформаційної технології враховують специфіку використаного методу вимірювань з отриманням результатів у вигляді зображень. Одним

із найбільш досконалих і повних способів оцінки геометричних і фотометричних ознак зображень є побудова гістограм. Оскільки принципи побудови гістограм, зокрема стосовно вибору кількості інтервалів групування даних, розрізняються в метрологічній практиці та при цифровій обробці зображень, то проводилися додаткові дослідження для обґрунтованого вибору кількості інтервалів, доцільних при аналізі інформативних ознак газорозрядного випромінювання [16]. Такий підхід використаний для оптимізації обчислювальних процедур інформаційної технології дослідження когерентного стану рідини.

На рис. 1 представлена структурна схема для ілюстрації основних функцій, які забезпечує розроблена інформаційно-вимірювальна технологія. У базі даних зображень, яка використовується для порівняння з типовими зразками води, містяться згруповані зображення води з різним ступенем когерентності. Наприклад, зображення дистильованої (некогерентної), функціональної (когерентної, з підтвердженими лікувальними властивостями) з природних джерел.

Як зразки, які підлягали дослідженням, використано такі типи води: контрольні зразки дистильованої води; зразки дистильованої та природної фасованої води, для яких штучно підвищувався ступінь когерентності з різною спіноювою направленістю на базі використання методики [15].

Для визначення ступеня когерентності зазначених вище зразків проводилися експериментальні дослідження методом газорозрядного випромінювання. Кількісна оцінка інформативних ознак у розробленій інформаційній технології базується на побудові гістограм зображень [17; 18]. Для кожного досліджуваного зразка рідини отримано не

менше ніж 50 зображень газорозрядного випромінювання крапель води.

З метою підвищення точності й достовірності кількісної оцінки параметрів випромінювання виконувалася статистична обробка в межах вибірки зображень для кожного зразка.

Для якісної оцінки властивостей досліджуваних зразків води у вигляді класифікації за типовими видами води використана метрика – евклідова відстань [19]. Для гістограми зображення, яка в цьому випадку групується на 12 інтервалах, у межах вибірки розраховуються значення медіан [20] і різниць медіан [21].

Евклідова відстань розраховувалася як для значень медіан у відповідних стовпчиках гістограми яскравості зображення, так і для різниць медіан у сусідніх інтервалах розбиття гістограми. Різниці медіан дають змогу оцінити коливання яскравості в певних сусідніх діапазонах.

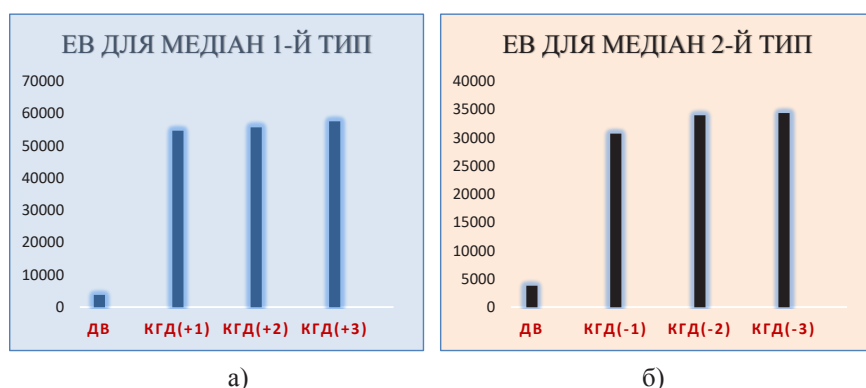
На рис. 2 графічно представлено результати розрахунку евклідової відстані для медіан для досліджуваних зразків води порівняно з типовою дистильованою, параметри випромінювання якої містяться в попередньо сформованій базі даних зображень.

Ліворуч на рис. 2 графічно показано зростання кількісного значення евклідової відстані для води зі штучно підвищеним ступенем когерентності на базі використання R-чипу, який призначений для отримання стану середовища з правосторонньою орієнтацією спінів [15]. На рис. 2б графічно представлені значення евклідової відстані для зображень випромінювання зразків води після використання L-чипу для отримання лівосторонньої орієнтації спінів.

На графіках за віссю ординат відкладалося значення евклідової відстані між медіанами



Рис. 1. Функції інформаційно-вимірювальної системи дослідження когерентного стану рідини



а) б)
Рис. 2. Графіки значень евклідової відстані (ЕВ) між медіанами стовпчиків гістограм яскравості зображень (а – для 1-го виду підвищення ступеня когерентності; б – для 2-го виду підвищення ступеня когерентності)

досліджуваних зразків і типовим зразком дистильованої води, який був попередньо сформований у базі даних зображень. З аналізу графіків видно, що найменше значення евклідової відстані спостерігається для досліджуваного зразка дистильованої води (ДВ), що є підтвердженням відтворюваності методу газорозрядного випромінювання. Згідно з дослідженнями в галузі квантової електродинаміки, дистильована вода може бути використана як еталон некогерентної.

Для інших зразків, як з лівосторонньою, так і з правосторонньою орієнтацією спінів, отриманих штучно, спостерігаються суттєві відмінності в кількісних значеннях евклідової відстані порівняно з експериментальним зразком дистильованої води. Як видно з графіків, з пролонгацією впливу на зразки води від зразка з найменшим впливом, позначеним як дистильована води з 1-м ступенем підвищення когерентності КГД (+1), до зразка з найвищим ступенем когерентності КГД (+3) спостерігається вже незначне порівняно зі зразком дистильованої води ДВ зростання евклідової відстані.

У цілому графіки на рис. 2а і 2б виглядають аналогічно на якісному рівні, але варто звернути увагу на масштаб за віссю ординат. Відмінності між кількісними значеннями евклідової відстані

суттєво більше проявляються для зразків з правосторонньою орієнтацією спінів.

Висновки. У статті запропоновано інформаційну технологію для дослідження когерентного стану рідини. Як висвітлено в огляді літератури, явище когерентності корелює з біологічними властивостями води, що вказує на актуальність як теоретичного, так і експериментального напрямів вивчення цього питання.

Перевагою розробленої інформаційної технології є можливість статистичної обробки вибірок зображень, що підвищує точність і достовірність кількісного визначення інформативних ознак зображень.

Розроблені алгоритми й інструментальні засоби інформаційної технології виявилися ефективними при практичному впровадженні в ході експериментальних досліджень різних типів води: дистильованої та штучно виготовлених різними способами.

При порівнянні зі зразками типових вод (водопровідної, природної, функціональної з лікувальних джерел) можна зробити висновок, що дистильована вода зі штучно підвищеним рівнем когерентності з лівосторонньою орієнтацією спінів за своїми біологічними властивостями ближча до найбільш часто споживаних типів води (водопровідної доочищеної або природної).

Список літератури:

1. Маленков Г.Г. Структура и динамика жидкой воды. *Журнал структурной химии*. 2006. Т. 47. С. 5–35.
2. Messori C. The Super-Coherent State of Biological Water. *OALib Journal*. 2019. № 6 (2). P. 1–17.
3. Del Giudice E., Preparata G., Vitiello G. Water as a Free Electric Dipole Laser. *Physical review letters*. 1988. № 61 (9). P. 1085–1088.
4. Дел Гуидиче Э. Когерентная квантово-электродинамическая организация биохимических процессов. *Журнал формирующихся направлений науки*. 2014. № 4 (2). С. 92–99.
5. Del Giudice E. Old and new views on the structure of matter and the special case of living matter. *Journal of Physics: conference Series*. 2007. № 67. PP. 1-8.
6. Del Giudice E., Spinetti P., Tedeschi A. Water dynamics at the root of metamorphosis in living organisms. *Water*. 2010. № 2. P. 566–586.

7. Johansson B. Effects of functional water on heart rate, heart rate variability, and salivary immunoglobulin A in healthy humans: A pilot study. *J. Alter Compl. Med.* 2009. № 15 (8). P. 871–877.
8. Johansson B., Sukhotskaya S. Allometric Scaling Behaviour – A Quantum Dissipative State Implies a Reduction in Thermal Infrared Emission and Fractal Ordering in Distilled Coherent Water. *Water*. 2011. № 9.
9. Johansson B. A coherent water state – Implications for self-regulation and restoration of biological structures and functions. *Water Conference*. 2012. URL: <https://archives.waterconf.org/wp-content/uploads/2012-pdf-files/13-Johansson%20Abstract%20WC2012.pdf> (дата звернення: 12.07.2021).
10. Johansson B., Sukhotskaya S. Drinking functional coherent mineral water accompanies a strengthening of the very low frequency impact on heart rate variability, and mono and multifractal heart rhythm dynamics in healthy humans. *Functional Foods in Health and Disease*. 2016. № 6. P. 388–413.
11. Спосіб визначення ступеня когерентності стану води: пат. на винахід № 112809 Україна: МПК G01N 21/00, номер заявки а 2015 01841 / Л.А. Пісоцька, О.П. Мінцер, Н.В. Глухова ; заявник та патентовласник Пісоцька Л.А. Заявл. 02.03.2015; опубл. 12.09.2016, Бюл. № 17. 8 с.
12. Глухова Н.В., Пісоцька Л.А. Метод визначення ступеня когерентності води з використанням методології фліккер-шумової спектроскопії. *Системи обробки інформації*. 2015. № 5 (130). С. 167–171.
13. Elsayed Yehya, Khamis Mustafa, Samara Fatin, Alqaydi Maitha, Sara Ziad, Al Zubaidi Isam, Mortula Maruf. Novel method for water purification using activated adsorbents developed from sewage sludge. *Desalination and Water Treatment*. 2016. № 57. P. 15649–15659.
14. Jacobson J. Method for electromagnetically restructuring water for consumption. EP1210145A4. European Patent Office, 2000.
15. Краснобрыжев В.Г. Спосіб та пристрій для створення когерентного матеріального середовища. Патентна заявка № 200803310 від 13.03.2008 у ДП «Український інститут промислової власності».
16. Глухова Н.В. Виявлення інформативних ознак зображень на базі аналізу гістограм яскравості. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки»*. 2020. Том 31 (70). № 4. С. 75–80.
17. Песоцкая Л.А., Глухова Н.В., Лапицкий В.Н. Анализ изображений кирлиановского свечения капель воды. *Научный вестник Национального горничого университета*. 2013. № 1. С. 91–96.
18. Методы измерения физико-химических и энергоинформационных параметров воды / Н.В. Глухова, М.В. Курик, Л.А. Песоцкая, Н.Г. Кучук. *Системи обробки інформації*. 2014. № 9 (125). С. 215–219.
19. Глухова Н.В., Пісоцька Л.А., Кучук Н.Г. Розробка системи експрес-класифікації води на основі бази даних зображень газорозрядного випромінювання. *Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил ім. І. Кожедуба*. 2015. Вип. 3 (44). С. 112–118.
20. Глухова Н.В., Пісоцька Л.А. Дослідження впливу зовнішніх факторів на біологічну активність води. *Клінічна інформатика та телемедицина*. 2015. Т. 11. Вип. 12. С. 80–84.
21. Peculiarities of gas-discharge luminescence of biological fluid from the achilles tendon in the late postmortem period / V.A. Povstyanyi, L.A. Pesotskaya, N.V. Glukhova, N.M. Yevdokimenko, L.R. Nikogosyan, Ye.L. Koshelnik. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017. № 7 (2). P. 498–508.

Glukhova N.V. INFORMATION TECHNOLOGY FOR THE STUDY OF THE COHERENT STATE OF THE LIQUID

The article considers the current state of research in the field of determining the quality of drinking water, in particular its biological properties. The analysis of existing models for the description of physical, chemical, biological properties of water is executed. The advantages of studying the biological properties of water in the framework of the theory of quantum electrodynamics are highlighted.

The study of the properties of water in the field of quantum electrodynamics provides consideration when building its models of intermolecular bonds in the form of interaction between the electric dipoles of individual water molecules and the electromagnetic field. The described processes affect the biological properties of water, in particular the degree of its coherence.

The paper proposes information technology for image processing of gas-discharge radiation of water samples, which allows to qualitatively and quantitatively assess the biological properties of water associated with the degree of its coherence. Information technology contains computational procedures that perform the functions of constructing histograms of images of gas-discharge radiation of water, statistical analysis of quantitative features of the histogram, calculation of medians and median differences in the intervals of histogram data grouping.

To perform the classification by type of water used metric – Euclidean distance. It is calculated for medians in histogram intervals or for median differences.

The proposed information technology was used to process the experimental results obtained in the form of images of gas-discharge radiation of liquid samples in the field of high-voltage discharge. Samples of distilled and artificially activated water were used in the research.

The obtained results of application of information technology confirmed the reliability and reproducibility of the method for control samples of distilled water. For artificially activated types of water, an increase in the degree of coherence was found in comparison with control samples of distilled water, which was chosen as the standard incoherent.

Key words: *water quality, coherent state, gas discharge radiation, digital image processing.*