



УДК 681.62:655

© 2009

Член-кореспондент НАН України **В. В. Грицик, К. С. Войчишин,
Х. Г. Гульовата**

Динаміка процесу структуризації води в умовах неоднорідного енергоінформаційного довкілля

Проаналізовано сучасний стан питання структурної пам'яті води та підходи до її вивчення. Описано методику дослідження явища інформаційної структуризації водних розчинів з надкоротким кроком відліку. Наведено нові результати експериментальних досліджень динаміки коагуляції та осідання колоїдних розчинів. Обґрунтовано можливість застосування колоїдних систем для моніторингу просторово-часової активності енергоінформаційного довкілля.

1. Постановка проблеми. Сьогодні одне з головних завдань світової наукової громадськості — це дослідження води, що є одночасною складовою всіх клітин і є середовищем, у якому проходять усі хімічні перетворення, пов'язані із життєдіяльністю організму [1]. Одержані за останні десять років результати досліджень структурної пам'яті води різного походження відкривають нові гіпотетичні можливості створення високоефективних, передусім, біомедичних інформаційних технологій діагностування, оздоровлення людей, покращання умов праці, екологічного стану довкілля [2]. Серед методик дослідження структури води сьогодні чи не найпоширенішим є кристалооптичний метод, що полягає у дослідженні симетрії геометричної форми кристалика льоду [2]. Інша методика вивчення закономірностей структурної організації води ґрунтується на вивченні динаміки поведінки неорганічних колоїдів, оскільки реакції, що проходять в них, є зручним тестом (індикатором) зміни тих фізичних факторів, які є цікавими з точки зору виявлення носіїв та каналів біометричної прогностичної інформації [3, 4]. Порівнюючи ці два підходи, слід зауважити, що другий не потребує додаткової термічної обробки досліджуваної речовини, а отже мінімізує накладні зовнішні впливи і, відповідно, дозволяє в результаті проведення експерименту отримувати більш об'єктивну інформацію про взаємозв'язок домінуючих факторів довкілля із інформаційною складовою води.

2. Інформаційні ознаки геофізичних та космічних впливів на динаміку коагуляції та осідання колоїдних розчинів. Відомо, що швидкість осідання колоїдних розчинів змінюється залежно від факторів геофізичного (ближнє довкілля) та космічного

(дальнє довкілля) походження [4]. Фундатор геліобіології А. Л. Чижевський висловив гіпотезу про існування специфічного сонячного випромінювання, так званого *Z*-випромінювання, до якого дуже чутливі біосистеми. Дослідження G. Riccardi показали, що швидкість реакцій у водному середовищі залежить від того, чи знаходиться середовище під впливом подібного випромінювання [3]. Виявлення цієї залежності здійснювалося шляхом екранування металевою пластиною пробірки з колоїдним розчином.

Була також підтверджена гіпотеза про вплив на колоїдні системи локальних факторів ближнього довкілля (метеорологічних чинників) [5, 6].

Для проведення коректних експериментів у даному напрямі важливою є апріорна інформація про вплив факторів ближнього і дальнього довкілля на динаміку процесу коагуляції та осідання водних розчинів.

3. Методика проведення досліджень. Дана робота полягає у проведенні експерименту на коротких інтервалах часу та аналізі його результатів з метою виявлення в реакціях колоїдних систем закономірностей та попереднього їх зіставлення з деякими геофізичними процесами. Оскільки нас цікавили в першу чергу впливи на хімічні реакції факторів довкілля, за інформаційну характеристику експерименту була обрана швидкість коагуляції та осідання водного розчину фосфорнокислого кальцію, характер випадіння в осад якого за даними Н. Vortels'a правдоподібно корелюється з умовами погоди [5]. Дослідження саме розчину фосфорнокислого кальцію зумовлено тим, що він відіграє дуже важливу роль у розвитку та формуванні живих організмів [6]. Слід відзначити, що ще G. Riccardi у роботі [3] за результатами спостереження на довгих інтервалах (двічі на добу) випадіння в осад колоїдного розчину вісмуту у воді висунув гіпотезу щодо існування добового характеру динаміки цього процесу.

Для приготування розчину використовувався хімічно чистий розчин нітрату кальцію — $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, особливо чистий хлорид калію — K_2HPO_4 . Концентрація окремих компонентів розчину відповідала тій, яку брав у своїх дослідках Н. Vortels [5], а саме: 0,2%-ний розчин нітрату кальцію та 0,08%-ний розчин хлориду калію, що готувались у відстояній дистильованій воді та зберігалися в одній колбі (I); 0,05%-ний розчин двозаміщеного фосфату калію, приготованого із свіжопрокип'яченої (для якомога більш повного видалення вуглекислого газу) дистильованої води, який зберігався в іншій колбі (II). Потрібний колоїд отриманий шляхом змішування вмістів першої та другої колб у пропорції 1 : 1.

Згідно з ефектом Тиндалля, ця суміш характеризується поступово наростаючим помутнінням — утворенням колоїдних частинок кальцію фосфату, який через деякий час випадає на дно пробірки (залежно від факторів довкілля) у вигляді пластівців, пучків або інших утворень [5].

Динаміка коагуляції та осідання досліджуваного колоїда оцінювалася шляхом спостереження на коротких інтервалах часу оптичної густини розчину. Для її реєстрації використовувався серійний фотоелектричний калориметр ФЭК-М з нейтральним світлофільтром.

Розчини I та II готувалися заздалегідь та утримувалися при температурі 24 °С в скляних банках з пробками у лабораторних умовах. Змішування розчинів проводилося в кюветі об'ємом 20,078 см³ однотипними механічними рухами безпосередньо перед самим вимірюванням.

Вимірювання оптичної густини одного розчину колоїду в кюветі проводилось протягом 105 хв з п'ятнадцятихвилинним інтервалом. Новий розчин заливався в кювету через кожні дві години цілодобово. Перед кожним новим заливанням розчину кювета ретельно промивалася спочатку концентрованою сірчаною кислотою, а потім водою з-під крану та дисти-

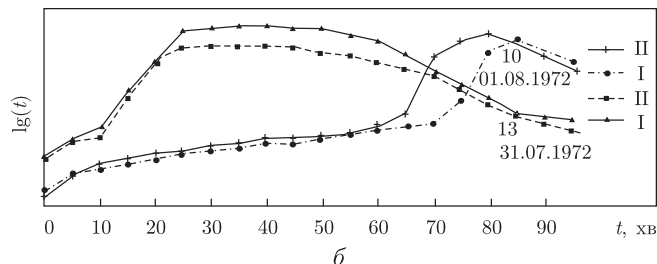
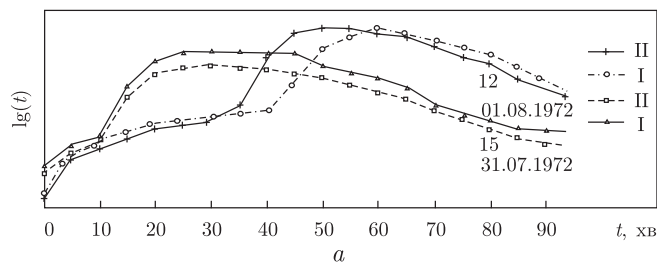


Рис. 1. Зміни оптичної густини досліджуваної колоїдної системи: *a* — 12⁰⁰ 01.08.1972, 15⁰⁰ 31.07.1972; *б* — 10⁰⁰ 01.08.1972, 13⁰⁰ 31.07.1972

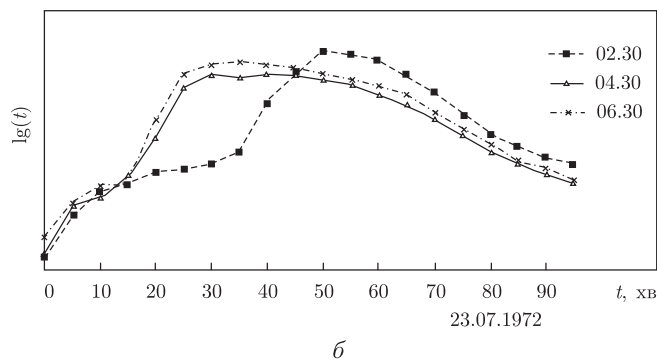
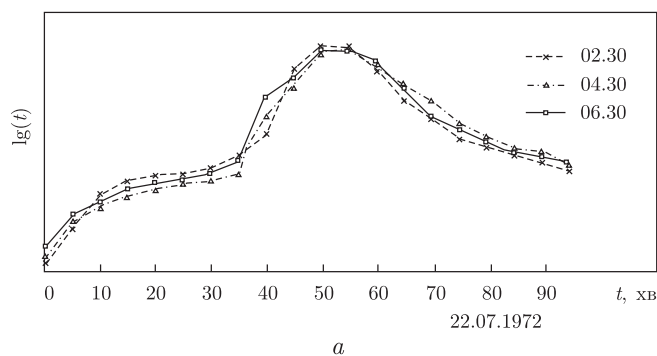


Рис. 2. Зміна оптичної густини досліджуваного колоїду 22.07.1972 (*a*); 23.07.1972 (*б*)

льованою водою. Експеримент був організований в лабораторії ФМІ АН УРСР (м. Львів) від 19.07 до 28.07.1972 року.¹

На рис. 1 та 2 наведені типові криві зміни оптичної густини досліджуваної колоїдної системи. Висока відтворюваність форми кривих результатів вимірювань (див. рис. 2, *б*),

¹Результати експерименту досі не опубліковані.

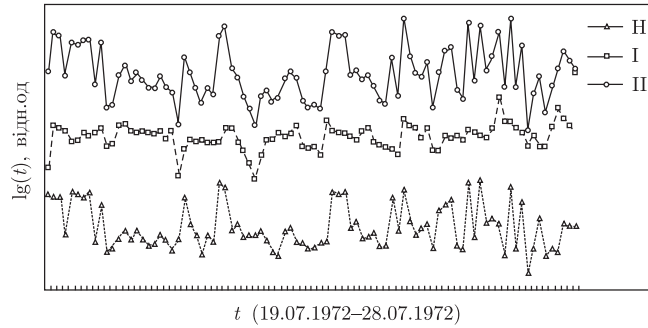


Рис. 3. Середні ординати I і II часових інтервалів та вертикальна складова геомагнітного поля ΔH

виконаних у різні години доби, вказує на незначну залежність розкиду точок від методичних похибок. Щоб переконатись у цьому, в один і той же час були проведені аналогічні експерименти двома однотипними приладами, що знаходилися в розташованих на відстані приблизно 100 м одна від одної будівлях. Рис. 1, а та 1, б, де наведені результати цих експериментів, підтверджують аналогічність та високу відтворюваність форми кривих, отриманих в різних місцях, а також синхронність їх зміни залежно від часу.

Вказані обставини дозволяють зробити висновок, що для виявлення ритмічної структури динаміки процесу коагуляції та осідання колоїду можна обмежитися вимірами, проведеними одним приладом.

4. Виявлення добової та півдобової ритмічності динаміки процесу випадіння в осад колоїдного розчину. Залежні від часу, а отже і від факторів зовнішнього середовища, зміни швидкості коагуляції та осідання кальцію фосфату полягають, головним чином, як це видно з рисунків, в зміні абсциси максимуму помутніння розчину та у зміні форми кривої. Ордината максимуму при цьому змінюється незначно. Однак при фіксованій абсцисі ордината — досить інформативний показник зміни ходу реакції. Цим показником ми і скористаємося при подальшому аналізі даних експерименту. На рис. 3 наведені середні ординати I і II інтервалу та вертикальна складова геомагнітного поля ΔH в пункті Івано-Франково Львівської обл., що знаходиться за 25 км від м. Львова.

Наведені на рис. 3 дані підтверджують гіпотези відносно неоднорідності інформативності даних про стан довкілля.

Зміна швидкості коагуляції та осідання колоїдних частинок кальцію фосфату, як це видно з рис. 3, виявляє досить визначену добову ритмічність та значною мірою корелює із добовою зміною вертикальної складової геомагнітного поля, що побічно підтверджує наявність цієї ритмічності, а також певною мірою висновки Н. Bergs'a [3] про наявність зв'язку між характером осідання фосфату кальцію та горизонтальною компонентою магнітного поля Землі.

Для оцінювання закономірностей та інформаційних характеристик процесу випадіння в осад колоїдного розчину вибрано методику, яка має обґрунтування в рамках моделі ритміки періодично-корельованого процесу [4]. Згідно з цією моделлю, стаціонарне наближення ритмічного процесу визначається нульовим кореляційним компонентом $B_0(m\tau)$:

$$\hat{B}_0(m\tau) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \xi(t_i + m\tau) \xi(t_i), \quad (1)$$

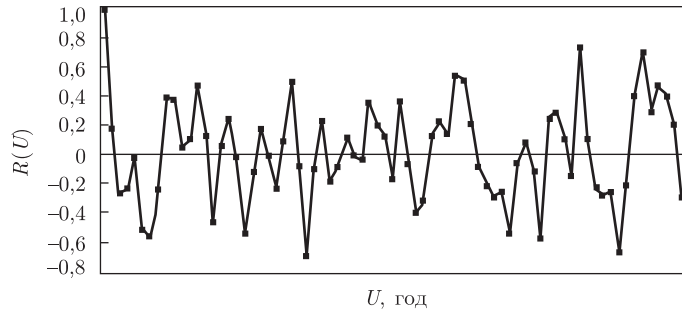


Рис. 4. Кореляційне перетворення кривої II

де N — довжина інтервалу усереднення; $\xi^0(\cdot+u)$, $\xi^0(\cdot)$ — центровані значення процесу; t — час. Обчислення нульового кореляційного компонента здійснювалось відповідно до методики, викладеної у [7].

Добова ритмічність, як видно з рис. 3, має складний характер і включає в себе не лише добову, але й півдобову складову. Для перевірки цієї гіпотези крива II з рис. 3 піддана кореляційному перетворенню шляхом обчислення ковзного коефіцієнта кореляції між початковим добовим відрізком кривої та наступними її значеннями. Результати обробки показані на рис. 4.

Для порівняння динаміки коагуляції приготованого розчину дані, наведені на рис. 1 та 2, було інтерпольовано за допомогою методу невизначених коефіцієнтів [8]. Отримані коефіцієнти інтерполяційних поліномів заокруглювалися до другого знака після десяткової коми.

Інтерполяційні поліноми для кривих на рис. 1, а мають вигляд:

$$-0,11x^7 + 1,81x^6 - 22,55x^5 + 198,44x^4 - 1154,34x^3 + 3916,92x^2 - 5741,23x + 4,23 = y_{||1}, \quad (2)$$

$$-0,02x^7 + 0,29x^6 - 3,36x^5 + 27,36x^4 - 148,17x^3 + 471,68x^2 - 651,68x + 6,07 = y_{|1}, \quad (3)$$

$$0,01x^8 - 0,03x^7 + 3,09x^6 - 63,43x^5 + 700,76x^4 - 4333,73x^3 + 13497,33x^2 - 14301,94x + 13996,97 = y_{||2}, \quad (4)$$

$$-0,08x^7 + 1,33x^6 - 16,34x^5 + 142,21x^4 - 819,29x^3 + 2759,03x^2 - 4026,36x + 16,81 = y_{|2}. \quad (5)$$

Інтерполяційний поліном кривої II порівняно із інтерполяційним поліномом кривої I (12⁰⁰ 01.08.1972) (формули (2) та (3)) характеризується більшими на один порядок коефіцієнтами. Аналізуючи інтерполяційні поліноми кривих II та I (15⁰⁰ 31.07.1972) (формули (4) та (5)), слід зважати на відповідність порядків коефіцієнтів при однакових ступенях аргументу. Схожі результати мають місце у випадку аналізу кривих з рис. 1, б.

Інтерполяційні поліноми усіх кривих з рис. 2, а (формули (6)–(8)) так само, як і з рис. 2, б, характеризуються високим ступенем подібності, а саме порядком та значеннями коефіцієнтів при однакових ступенях аргументу

$$0,01x^8 - 0,26x^7 + 4,33x^6 - 53,23x^5 + 463,56x^4 - 2670,42x^3 + 8985,14x^2 - 13090,26x + 2,4 = y_{02.30}, \quad (6)$$

$$0,012x^8 - 0,26x^7 + 4,44x^6 - 54,91x^5 + 481,01x^4 - 2785,83x^3 + 9417,17x^2 - 13766,72x + 5,59 = y_{04.30}, \quad (7)$$

$$0,02x^8 - 0,4x^7 + 6,7x^6 - 82,53x^5 + 720,32x^4 - 4158,32x^3 + 14018,29x^2 - 20449,51x + 8,92 = y_{06.30}. \quad (8)$$

Отже, результати аналітичного аналізу даних динаміки випадіння в осад колоїдних розчинів підтверджують припущення про наявність зв'язку між характером осідання колоїдного розчину та зовнішніми факторами.

Таким чином, наведені у роботі результати досліджень динаміки коагуляції та осідання колоїдного розчину запропонованою методикою дозволяють зробити висновок про просторово-часову завадостійкість описаного процесу. Одержані у ході експериментів дані підтверджують перспективу досліджень у даному напрямку та можливість ефективного застосування колоїдних систем для здійснення моніторингу активності ближнього і дальнього енергоінформаційного довкілля.

1. *Гвоздяк П.* Біологічні аномалії води, або чотири запитання для обміркування // Вісн. НАН України. – 2005. – № 4. – С. 45–52.
2. *Гочарук В. В., Бердыщев Г. Д.* Структура воды и ее биологическое значение // Укр. бальнеологічний журн. – 1999. – 1, № 1. – С. 85–97.
3. *Пижкарди Дж.* Химические основы медицинской климатологии. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1967. – 95 с.
4. *Войчишин К. С., Драган Я. П., Куксенко В. И., Михайловский В. Н.* Информационные связи биогелиофизических явлений и элементы их прогноза. – Киев: Наук. думка, 1974. – 206 с.
5. *Bortels H.* Archiv fur Meteorologie // Geophysik und Bioklimatologie. Ser. B. – 1954. – No 5.
6. *Ассман Д.* Чувствительность человека к погоде. – Ленинград: Гидрометеорологич. изд-во, 1966. – 247 с.
7. *Войчишин К. С.* Об определении информационно-прогностических показателей биометеорологических явлений // Отбор и передача информации. – Киев: Наук. думка, 1972. – С. 16–23.
8. *Кетков Ю. Л., Кетков А. Ю., Шульц М. М.* MATLAB 7: программирование, численные методы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 752 с.

Державний науково-дослідний інститут інформаційної інфраструктури, Львів

Надійшло до редакції 03.10.2008

Corresponding Member of the NAS of Ukraine **V. V. Hrytsyk, K. S. Voichyshyn, K. H. Hulovata**

Dynamics of the water structurizing process under heterogeneous energy-information environment conditions

The modern state of studies of the structural water memory and the approaches to its comprehension are analyzed. The test procedure for the structurization effect with extra-short step in water solutions is described. New results of experimental researches of the dynamics of coagulation and deposition of colloid solutions are presented. A possibility to apply the colloid systems to the monitoring of a space-time activity of the energy-information environment is substantiated.