

УДК 004.4:628.16

В.О.Сацук, Б.Р.Шабас

Луцький національний технічний університет

## ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ IMAGE-PRO PLUS ДЛЯ АНАЛІЗУ ЗАМОРОЖЕНОЇ ВОДИ

*У статті відображено результати аналізу заморожування води, закономірності розміщення кластерів джерельної та водопровідної води в залежності від температурних режимів та часових проміжків заморожування.*

*Висвітлено можливості програмного пакету Image-Pro Plus, за допомогою якого було проведено автоматичний підрахунок, вимір кількості, площі об'єктів та автоматичне сортування і класифікацію оброблених об'єктів на основі однієї з вимірних характеристик, візуалізацію даних, відкладаючи їх на скатерограмі.*

*Зроблено припущення можливості покращення структурованості водопровідної води методом заморожування.*

Ключові слова: програмний пакет Image-Pro Plus, дослід, температура заморожування, час заморожування, джерельна вода, водопровідна вода, кластери, вода, структура води, коефіцієнт кореляції.

**Вступ.** Продукт Image-Pro Plus використовується дослідниками в усьому світі так як він поєднує в собі новітні інструменти для наукового та промислового аналізу зображень. В даному пакеті є широкі можливості для спрощення та підвищення ефективності збору і аналізу даних, для підвищення точності і автоматизованого дослідження, розробки та якості проходження динамічних та статичних процесів. Пакет використовується в таких галузях як: клітинна біологія, аналіз відмов, криміналістика, геноміка, протеоміка, мікроскопія, неврологія, патологія, фармацевтика, напівпровідникова інспекція, контроль якості.

Ми спробували використати широкі можливості даного пакету для вивчення структури замороженої води.

За повідомленням О. В. Мосіна, в природній воді — річковій, джерельній приблизно 5% молекул води зв'язані водневими зв'язками в асоціативну структуру, інші 95% молекул не зв'язані ніякими водневими зв'язками і розташовуються хаотично. Звичайна вода і структурована вода, тобто вода яка має визначену структуру, також відрізняються одна від одної вмістом в них солей, мінералів та інших домішок. Дві води, які мають однаковий елементний склад, можуть здійснювати абсолютно різний вплив на рослин, птахів, тварин і організм людини, тобто на біологічні об'єкти. Все залежить від форми з'єднання молекул в регулярну асоціативну структуру, при якій з'являються властивості, котрі можуть позитивно впливати на біологічні об'єкти.

Термін "структурована вода", тобто вода з регулярною структурою був введений відносно давно і зв'язаний із кластерною моделлю будови води.

Існує велика кількість теорій і моделей, які пояснюють структуру і властивості води. Єдиним у них є представлення про водневі зв'язки як основного фактора, який визначає утворення структурованих агломератів. Вода кооперативна система, в ній існують ланцюгові утворення водневих зв'язків. І будь-який вплив на воду розповсюджується естафетним шляхом на тисячі міжатомних відстаней.

Вивченням властивостей та структури води займалися такі науковці як: Мосін О. В., Зенін С. В., Масару Емото, Ігнатов І., Курик М. В., Белянін В., Романова Е., та багато інших.

Зараз наукою доведено, що особливості фізичних властивостей води і багаточисельні короткоживучі водневі зв'язки між сусідніми атомами водню і кисню в молекулі води створюють сприятливі можливості для утворення особливих структур-асоціатів (кластерів), що сприймають, зберігають і передають різноманітну інформацію.

Структурною одиницею такої води є кластер, що складається з молекул, природа яких обумовлена далекими кулонівськими силами. У структурі кластерів закодована інформація про взаємодії, що мали місце з даними молекулами води. У водних кластерах за рахунок взаємодії між ковалентними і водневими зв'язками між атомами кисню і атомами водню може відбуватися міграція протона (H+) по естафетному механізму, що приводять до делокалізації протона в межах кластера.

Вода структурується, тобто набуває особливої регулярної структури при дії багатьох чинників, що структурують, наприклад, при заморожуванні-таненні води (вважається, що в такій воді зберігаються "крижані" кластери), дії постійного магнітного або електромагнітного поля, при поляризації молекул води. До чинників, що приводять до зміни структури і властивостей води, відносяться різні випромінювання і поля (електричні, магнітні, гравітаційні та, можливо, ряд інших, ще невідомих, зокрема, пов'язаних з біоенергетичною дією людини), механічні дії (перемішування різної інтенсивності, струшування, течія в різних режимах), а також їх всілякі поєднання. Така структурована вода стає активною і несе нові властивості.

**Мета та завдання досліджень** — основна мета: встановити структуру водопровідної та джерельної води в різних температурних режимах та часових проміжках заморожування.

В зв'язку з цим передбачалось вирішення наступних задач:

- виявити закономірності розміщення кластерів у водопровідній воді в різних температурних режимах та часових проміжках її заморожування;
- виявити закономірності розміщення кластерів у джерельній воді в різних температурних режимах та часових проміжках її заморожування;
- встановити можливість використання пакету Image-Pro Plus для виявлення закономірності розміщення кластерів замороженої води. В разі підтвердження такої можливості в програмному пакеті Image-Pro Plus провести: автоматичний підрахунок, вимір кількості, площі об'єктів та автоматичне сортування і класифікацію оброблених об'єктів на основі однієї з вимірних характеристик, провести візуалізацію даних, відкладаючи їх на скатерограмі.

**Об'єкт дослідження:** процес трансформації і закономірності формування кластерів водопровідної та джерельної води в залежності від температури замерзання та прояв впливу часового проміжку заморожування на структуру води.

**Предмет дослідження:** водопровідна вода м. Луцька; джерельна вода із джерела, що знаходиться у селі Бегета Володимир-Волинського району Волинської області.

**Методи дослідження:** кристалооптичний для виявлення кластерів; експрес метод, що включає програмний пакет Image-Pro Plus для проведення аналізу, встановлення зв'язків між об'єктами та побудови кореляційної залежності.

**Обладнання та матеріали.** Мікроскоп (з фотокамерою) німецької фірми Carl Zeiss, який забезпечує 400 кратне збільшення та підключений до комп'ютера; морозильна камера холодильника LG; чашки Петрі; піпетки; мірні скельця; джерельна та водопровідна води. Водопровідна вода була взята із водопровідної мережі міста Луцька. Джерельна вода була взята із джерела, що знаходиться у селі Бегета Володимир-Волинського району Волинської області.

**Опис схеми проведення дослідів.** Проводилася серія дослідів за наступною схемою, яка наведена в таблиці 1. Експерименти ділилися на три частини — три дні.

Таблиця 1

Схема проведення дослідів

№ досліду	Температура, °С	вода	Час замерзання, хв				
			30	40	50	60	70
1	- 4	джерельна	30	40	50	60	70
		водопровідна	30	40	50	60	70
2	- 12	джерельна	30	40	50	60	70
		водопровідна	30	40	50	60	70
3	- 20	джерельна	30	40	50	60	70
		водопровідна	30	40	50	60	70

**Дослід номер один.** У перший день експерименту у морозильній камері виставлялася температура – 4 °С.

Була взята джерельна і водопровідна вода, які наливалися у чашки Петрі в кількості 5 штук для кожної із вод. З чашок Петрі, за допомогою піпетки, вода наносилася на мірні скельця. На кожне мірне скельце була нанесена одна краплина води. Бралось інше мірне скельце і за допомогою тертя та поверхневого натягу вода рівномірно розподілялася на нашому досліджуваному мірному скельці. Мірні скельця для зручності поміщалися у коробки — з водопровідною водою в коробку з номером один, а з джерельною водою — в коробку з номером

два. У морозильну камеру спочатку ставилася коробка номер один — коробка із водопровідною водою. Через п'ять хвилин до морозильної камери ставилася коробка номер два — коробка із джерельною водою. Через 30, 40, 50, 60, 70 хвилин заморожування із морозильної камери виймалися мірні скельця в кількості одне мірне скельце за один раз. Спочатку виймалося і досліджувалося під мікроскопом мірне скельце із водопровідною водою, а через п'ять хвилин — мірне скельце із джерельною водою. Мірні скельця розглядалися під мікроскопом Carl Zeiss при 400-т кратному збільшенні. Зображення фотографувалося за допомогою фотокамери і зберігалось у комп'ютері на жорсткому диску у форматі \*bmp.

**Дослід номер два.** На другий день експерименту у морозильній камері виставлялася температура – 12 °С.

Була взята джерельна і водопровідна вода, які наливалися у чашки Петрі в кількості 5 штук для кожної із вод. З чашок Петрі, за допомогою піпетки, вода наносилася на мірні скельця. На кожне мірне скельце була нанесена одна краплина води. Бралось інше мірне скельце і за допомогою тертя та поверхневого натягу вода рівномірно розподілялася на нашому досліджуваному мірному скельці. Мірні скельця для зручності поміщалися у коробки — з водопровідною водою в коробку з номером один, а з джерельною водою — в коробку з номером два. У морозильну камеру спочатку ставилася коробка номер один — коробка із водопровідною водою. Через п'ять хвилин до морозильної камери ставилася коробка номер два — коробка із джерельною водою. Через 30, 40, 50, 60, 70 хвилин заморожування із морозильної камери виймалися мірні скельця в кількості одне мірне скельце за один раз. Спочатку виймалося і досліджувалося під мікроскопом мірне скельце із водопровідною водою, а через п'ять хвилин — мірне скельце із джерельною водою. Мірні скельця розглядалися під мікроскопом Carl Zeiss при 400-т кратному збільшенні. Зображення фотографувалося за допомогою фотокамери і зберігалось у комп'ютері на жорсткому диску у форматі \*bmp.

**Дослід номер три.** На третій день експерименту у морозильній камері виставлялася температура – 20 °С.

Була взята джерельна і водопровідна вода, які наливалися у чашки Петрі в кількості 5 штук для кожної із вод. З чашок Петрі, за допомогою піпетки, вода наносилася на мірні скельця. На кожне мірне скельце була нанесена одна краплина води. Бралось інше мірне скельце і за допомогою тертя та поверхневого натягу вода рівномірно розподілялася на нашому досліджуваному мірному скельці. Мірні скельця для зручності поміщалися у коробки — з водопровідною водою в коробку з номером один, а з джерельною водою — в коробку з номером два. У морозильну камеру спочатку ставилася коробка номер один — коробка із водопровідною водою. Через п'ять хвилин до морозильної камери ставилася коробка номер два — коробка із джерельною водою. Через 30, 40, 50, 60, 70 хвилин заморожування із морозильної камери виймалися мірні скельця в кількості одне мірне скельце за один раз. Спочатку виймалося і досліджувалося під мікроскопом мірне скельце із водопровідною водою, а через п'ять хвилин — мірне скельце із джерельною водою. Мірні скельця розглядалися під мікроскопом Carl Zeiss при 400-т кратному збільшенні. Зображення фотографувалося за допомогою фотокамери і зберігалось у комп'ютері на жорсткому диску у форматі \*bmp.

**Результати досліджень.** Згідно схеми досліду було отримано тридцять зображень. Фотографії водопровідної води після 70 хвилин заморожування при різних температурах показана нижче (фото 1).

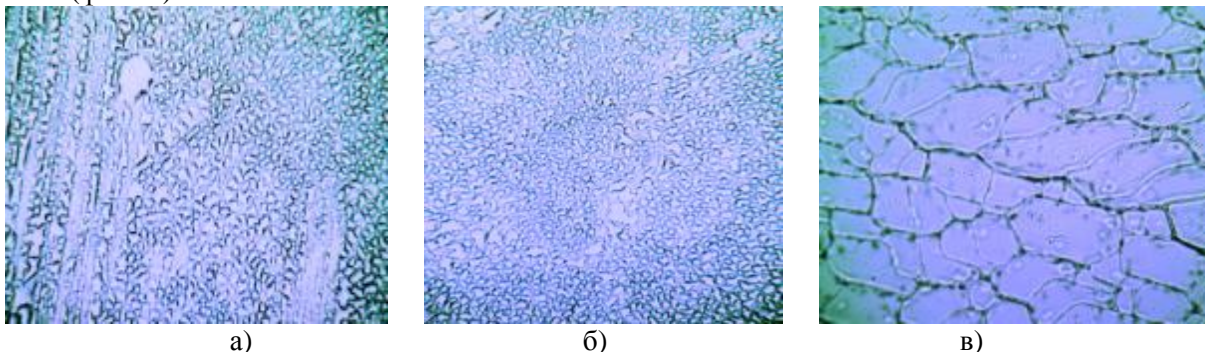


Фото 1. Водопровідна вода після 70 хвилин заморожування при різних температурах:

а) - 4 °С;

б) - 12 °С;

в) - 20 °С.

**Обробка результатів дослідів в програмному пакеті Image-Pro Plus.** Кожна фотографія, яка була зроблена згідно схеми досліду була оброблена в програмному пакеті Image-Pro Plus (фото. 2).

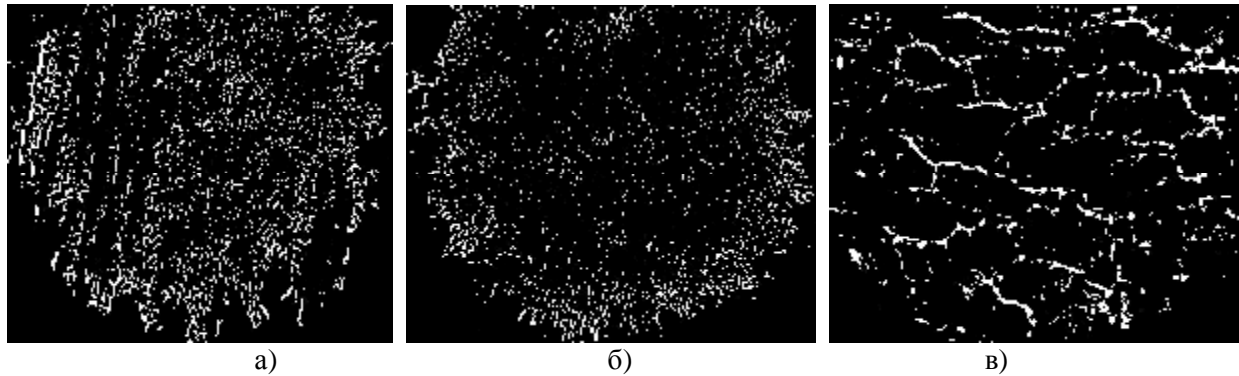


Фото 2. Чорно-біла маска середини зображення у водопровідній воді після 70 хвилин заморожування при температурі:

- а) - 4 °С;
- б) - 12 °С;
- в) - 20 °С.

Було проведено кореляційну залежність величини площі від кількості об'єктів у водопровідній воді після 70 хвилин заморожування, що відображено на (рис. 1).

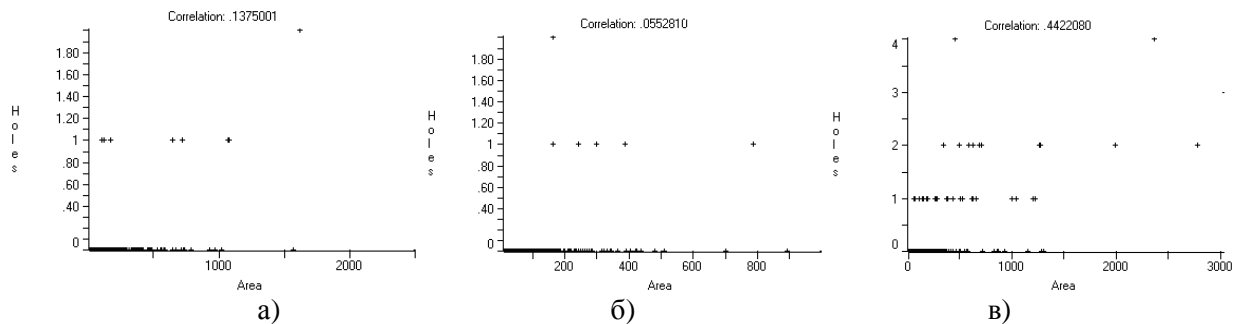


Рис. 1. Графік кореляційної залежності величини площі від кількості об'єктів у водопровідній воді після 70 хвилин заморожування при температурі:

- а) - 4 °С;
- б) - 12 °С;
- в) - 20 °С.

З метою відображення динаміки об'єктів проводили розбиття їх на класи. Для кожного класу вираховувалася кількість об'єктів (таблиця 2), відсоток об'єктів в кожному класі від загальної кількості об'єктів, загальна площа об'єктів у кожному класі, відсоток площі яку займають об'єкти на фотографії, середню площу об'єкта у класі.

Таблиця 2

Класифікація зображення за класами

Клас	Колір об'єктів	Кількість об'єктів у класі	Відсоток об'єктів у класі	S об'єктів у класі	Відсоток площі яку займають об'єкти на фото	S <sub>min</sub> об'єкта у класі	S <sub>max</sub> об'єкта у класі	S <sub>середня</sub> об'єкта у класі
1	червоний	954	74,06	33743	31,24	10	82	35,37
2	голубий	331	25,69	68547	63,48	84	1075	207,09
3	зелений	2	0,15	3185	2,94	1565	1620	1592,5
4	темно-синій	1	0,07	2504	2,31	2504	2504	2504



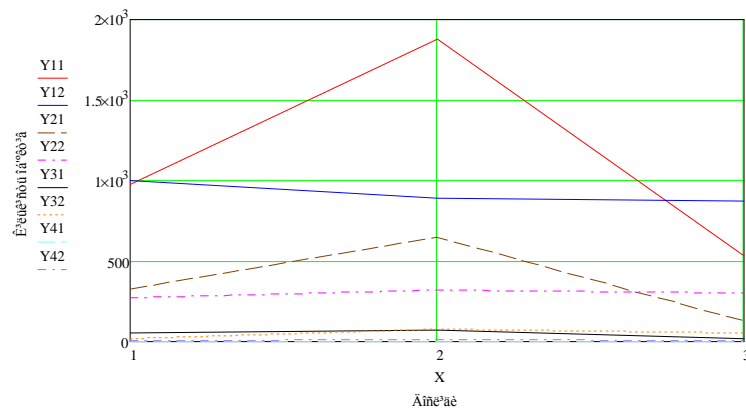


Рис. 3. Середня кількість об'єктів у класі:

1. перший клас:
  - а) червоний колір — для водопровідної води;
  - б) синій колір — для джерельної води.
2. другий клас:
  - а) коричневий — для водопровідної води;
  - б) розовий — для джерельної води.
3. третій клас:
  - а) чорний — для водопровідної води;
  - б) оранжевий — для джерельної води.
4. четвертий клас:
  - а) голубий — для водопровідної води;
  - б) ліловий — для джерельної води.

Якщо ж порівнювати середню кількість об'єктів у класі при температурах заморожування - 4 °С та - 20 °С, то середня кількість об'єктів у водопровідній воді зменшується у всіх класах, а в джерельній воді у першому класі вона зменшується, а в другому, третьому та четвертому вона збільшується.

Це дає нам підстави говорити про зміну структури води при зміні температури та часу заморожування як водопровідної так і джерельної води.

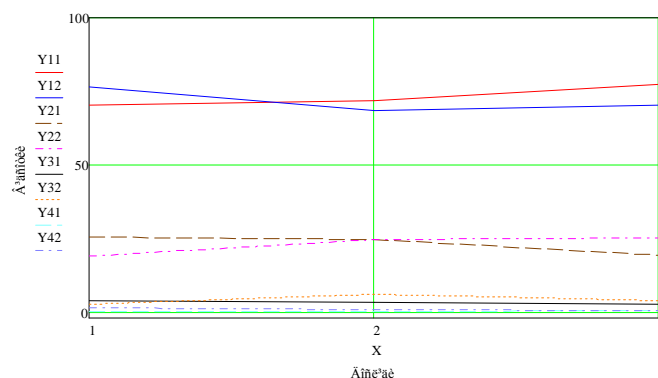


Рис. 4. Відсоток об'єктів розміщених у класі:

1. перший клас:
  - а) червоний колір — для водопровідної води;
  - б) синій колір — для джерельної води.
2. другий клас:
  - а) коричневий — для водопровідної води;
  - б) розовий — для джерельної води.
3. третій клас:
  - а) жовтий — для водопровідної води;
  - б) оранжевий — для джерельної води.
4. четвертий клас:

- а) голубий — для водопровідної води;
- б) ліловий — для джерельної води.

**Розміщення об'єктів по класах.** На рис. 4 показано відсоток розміщення об'єктів у різних класах. З рисунка можна побачити, що найбільша кількість об'єктів розміщується у першому класі — 70–77 %, у другому класі — 19–25 %, у третьому класі — 2–4 %, в четвертому — менше 2 % усіх об'єктів.

З цього можна зробити висновок, що при різних температурах та різному часі заморожування різних вод переважають кластери малих розмірів.

#### **Висновки.**

1. При зниженні температури заморожування водопровідної води від  $-4^{\circ}\text{C}$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  ми коефіцієнт кореляції змінюється від 0,31 до 0,61, тобто спостерігається зміна структурованості водопровідної води в сторону зростання.

Для джерельної води коефіцієнт кореляції суттєво не змінився (0,61—0,68) і в середньому становив 0,65, тобто структура джерельної води із зміною температури практично не змінилася, що можна обґрунтувати більшою природною структурою джерельної води.

2. Що стосується часового проміжку заморожування, то зміна структури відбувається для водопровідної води.
3. При різних температурах та різному часі заморожування різних вод переважають кластери малих розмірів.
4. Можна зробити припущення, що з метою покращення структури водопровідної води варто проводити заморожування води в режимі  $-20^{\circ}\text{C}$ .

1. Мосин О. Свойства льда для его модификаций [Електронний ресурс] / Режим доступу <http://www.o8ode.ru/article/krie/> — 12.12.10 — Загол. з екрану.
2. Войчишин К., Цмоць І., Гульовата Х. Инструментальні засоби введення та обробки інформаційно-структурних образів води // Вісник національного університету „Львівська політехніка” „Комп'ютерні науки та інформаційні технології”. – 2006. – №565. – С. 91–100.
3. Chaplin M. Water structure and science [Електронний ресурс] / Режим доступу <http://www.martin.chaplin.btinternet.co.uk/> — 8.1.10 — Загол. з екрану.
4. Frank N. Keutsch, Richard J. Saykally Water clusters: Untangling the mysteries of the liquid, one molecule at a time [Електронний ресурс] / Режим доступу <http://www.pnas.org/cgi/content-nw/full/191266498v1/> — 17.1.10 — Загол. з екрану.
5. Курик М.В., Курик А.М. Триединство воды [Електронний ресурс] / Режим доступу <http://www.quantmagic.narod.ru/volumes/VOL212005/p1166.html>— 28.10.09 — Загол. з екрану.
6. Зенин С.В. Структурированное состояние воды как основа управления поведением и безопасностью живых систем. (диссертация докт. биол. наук, Москва, 1999).
7. Белянин В., Романова Е. Жизнь, молекула воды и золотая пропорция, «Наука и жизнь», Номер 10, 2004 г. і т.д.