

Сидорова М.Г.
доцент кафедри математичного забезпечення ЕОМ
Сидорова Л.П.
доцент кафедри аналітичної хімії;
Дніпровський національний університет
імені Олеса Гончара
м. Дніпро, Україна

ГІДРОХІМІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

В роботі представлена запропонована авторами інформаційна технологія визначення груп схожих об'єктів за сукупністю досліджуваних ознак, враховуючи їх часові зміни. Розроблено обчислювальні схеми та програмне забезпечення для обробки та аналізу даних гідрохімічного моніторингу. Проведена практична апробація запропонованої системи з інтерпретацією отриманих результатів, а саме виявлення груп пунктів спостереження, що характеризуються схожим хімічним складом води р. Терса та її лівої притоки р. Соломчина на території Васильківського району Дніпропетровської області для правильного планування природоохоронних заходів та керування якістю вод річки.

Ключові слова: гідрохімічний моніторинг, інформаційна технологія, поверхневі води, річки Терса та Соломчина.

Сидорова М.Г., Сидорова Л.П. ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В работе представлена информационная технология определения групп похожих объектов по совокупности исследуемых признаков, учитывая их временные изменения. Разработаны вычислительные схемы и программное обеспечение для обработки и анализа, данных гидрохимического мониторинга. Проведена практическая апробация предложенной системы с интерпретацией полученных результатов, а именно выявление групп пунктов наблюдения, характеризующихся похожим химическим составом воды р. Тэрса и ее левого притока р. Соломчина на территории Васильковского района Днепропетровской области для правильного планирования природоохранных мероприятий и управления качеством вод реки.

Ключевые слова: гидрохимический мониторинг, информационная технология, поверхностные воды, реки Тэрса и Соломчина.

Marina G. Sidorova, Larisa P. Sidorova HYDROCHEMICAL MONITORING OF SURFACE WATERS The paper presents the information technology for determination the groups of similar objects based on the complex of investigated features, taking into account their temporal changes. Computational schemes and software for processing and analysis, hydrochemical monitoring data have been developed. Practical approbation of the proposed system with interpretation of the obtained results, namely, the identification of groups of observation points characterized by a similar chemical composition of water in the river Tersa and its left tributary r. Solomchina on the territory of Vasilkivsky district of Dnepropetrovsk region was carried out for proper planning of nature protection measures and management of river water quality.

Key words: hydrochemical monitoring, information technology, surface water, Tersa and Solomchyna rivers.

Внаслідок значного техногенного навантаження змінюються гідрохімічні процеси водних об'єктів. Тому актуальним є проведення гідрохімічного моніторингу з метою збереження, поліпшення і стабілізації якості поверхневих вод для забезпечення оптимальних умов функціонування екосистем та підвищення ефективності природно-господарського комплексу. Особливо складним є гідрохімічний моніторинг водних об'єктів у районах з підвищеним техногенним навантаженням [5].

Для обробки наборів даних гідрохімічного моніторингу значних об'ємів з метою виявлення прихованих у них знань, закономірностей, властивостей, тенденцій, кращого розуміння структури пропонується система інтелектуального аналізу багатовимірних даних, що реалізує задачі кластеризації, класифікації, візуалізації, обробки та аналізу інформації, прогнозування, забезпечує підтримку прийняття рішень.

Одне з основних місць в системі гідрохімічного моніторингу займає обґрунтування пунктів спостережень, об'ємів і періодичності гідрохімічних випробувань. Це може бути вирішено на підставі гідрохімічного районування територій. Використовуючи районування, можна до певної міри уніфікувати водоохоронні заходи в межах виділених груп та районів. Визначивши пріоритетні водоохоронні заходи для одного району, планувати і впроваджувати їх для всієї виділеної групи.

Для вирішення цієї задачі пропонується інформаційна технологія кластеризації пунктів спостережень, яка ґрунтується на методах кластерного аналізу (ієрархічні, швидкі ієрархічні, графові, К-середніх, генетичний, Forel та інші [1,2]), забезпечує побудову ансамблів алгоритмів та визначення колективного розв'язку, що підвищує стійкість отриманих результатів [3]. Розроблена технологія підтримки прийняття рішень [4] для вибору угруповання, що найкраще відповідає структурі досліджуваних даних, яка дозволяє автоматизувати процес визначення груп об'єктів в умовах неможливості залучення експертів предметної області або відсутності інформації про очікувані результати.

Досить часто виникає задача виділення груп схожих об'єктів за набором ознак, які змінюються у часі, тобто значенню кожної ознаки для кожного об'єкта відповідає не окреме число, а часовий ряд. Звичайні методи кластерного аналізу не дозволяють вирішувати такі задачі. Тому авторами пропонується новий підхід часової кластеризації, який дозволяє визначати угруповання об'єктів на основі набору досліджуваних показників, враховуючи їх зміни у часі.

Запропонована технологія була застосована до даних гідрохімічного моніторингу, що проводився на території Васильківського району Дніпровської області.

Метою роботи було визначення груп пунктів спостереження, що характеризуються схожим хімічним складом води за досліджуваними компонентами для правильного планування природоохоронних заходів та керування якістю вод річки. Досліджувався хімічний склад води у р. Терса та її лівої притоки р. Соломчина.

Проби води відбиралися у 8 контрольних створах р.Терса протягом останніх 10 років. Проби води відбиралися у створах сел: Павлівка, Самарське, Широке, Новогригорівка, Васильковка, НовоАндріївка, Крутеньке і Копанів тричі на рік.

Якість води визначали спектрофотометричними, титриметричними та гравіметричними методами.

Проби відбирали у скляний або поліетиленовий посуд. Об'єм проби має бути не менше 100 мл (для деяких показників 200 мл). Аналіз виконували в день відбору проби. Якщо визначення у день відбору не виконують, то пробу консервують додаванням концентрованої сірчаної кислоти (на 1 дм³ додають 1 см³ сірчаної концентрованої

кислоти). Консервовану пробу можна зберігати не більше 48 годин. Для деяких аналізів каламутні води фільтрують.

Для кожної проби фізико-хімічними методами аналізу визначалися наступні показники: водневий показник (рН), кольоровість, розчинений у воді кисень (O_2), біохімічне споживання кисню (БСК), хімічне споживання кисню (ХСК), нітрати (NO_3), нітрити (NO_2), фосфати (PO_4), сухий залишок (СЗ), завислі речовини (ЗР), хлориди (СІ), сульфати (SO_4), аміак (NH_4), нафтопродукти (НП), залізо загальне, поверхнево-активні речовини(ПАР).

Для зведення даних до єдиного масштабу була проведена стандартизація. Запропонована технологія дозволила визначити угруповання об'єктів, одночасно враховуючи інформацію, отриману протягом останніх десяти років: що дало змогу відобразити загальну картину перебігу певних гідрохімічних процесів у воді річки.

За результатами аналізу було виділено дві групи об'єктів: перша складається з пункту спостереження у селищі Павлівка, друга містить усі інші об'єкти дослідження. Таке поділення на кластери відповідає дійсній гідрологічній та гідрохімічній ситуації на даній ділянці р. Терса та її лівій притоки р. Соломчина.

Таким чином інформаційне забезпечення кластеризації дозволяє визначати угруповання пунктів спостереження за схожістю хімічного складу води у заданий момент часу (за певною датою), а також на всьому часовому проміжку спостереження, виділяти групи об'єктів з однорідними значеннями обраного фіксованого показника у багаторічному періоді спостереження, автоматично визначати оптимальну кількість кластерів та значення вхідних параметрів методів, здійснювати оцінку якості отриманих результатів.

Крім технології кластерного аналізу ядро запропонованої системи містить процедури роботи з базою даних: формування локальних баз даних за запитами користувача, визначення інформативних ознак методами «Гойдалки» і «Апроксимація матриці відстаней», стандартизацію даних; методи класифікації: байесовське класифікаційне правило, метод найближчих сусідів, лінійна дискримінантна функція, квадратична дискримінантна функція, методи, що ґрунтуються на функції міри близькості, функції Махаланобіса, відстані до «центрів кластерів», потенціальній функції; процедури прогнозування на основі регресійних моделей та адаптивних методів; методи прийняття рішень: процедура Борда, множинний аналіз, плюралітарна процедура; функціонали оцінки якості: сума внутрішньокластерних дисперсій за всіма ознаками, сума квадратів відстаней до центрів класів, сума внутрішньокластерних відстаней, відношення середньої внутрішньокластерної і середньої міжкластерної відстаней, індекси Данна, Беджека-Данна, Девіса-Болдуїна; методи ймовірнісно-статистичного аналізу та відновлення функцій розподілу (нормального, сплайн-нормального з одним та двома вузлами склеювання) як за всіма даними, так і для кожного окремого кластеру. Запропоновано різні метрики відстаней між об'єктами і кластерами. Багато уваги приділено інтерпретації результатів та підтримці прийняття рішень користувачем.

Розроблена система має широкий спектр засобів візуалізації (рис. 1.). Це графіки і таблиці, гістограми і дендрограми, різного роду діаграми, в тому числі діаграми розсіювання кластерів, списки та текстові коментарі, розроблена процедура картографічної візуалізації значень градації досліджуваних показників на території України.

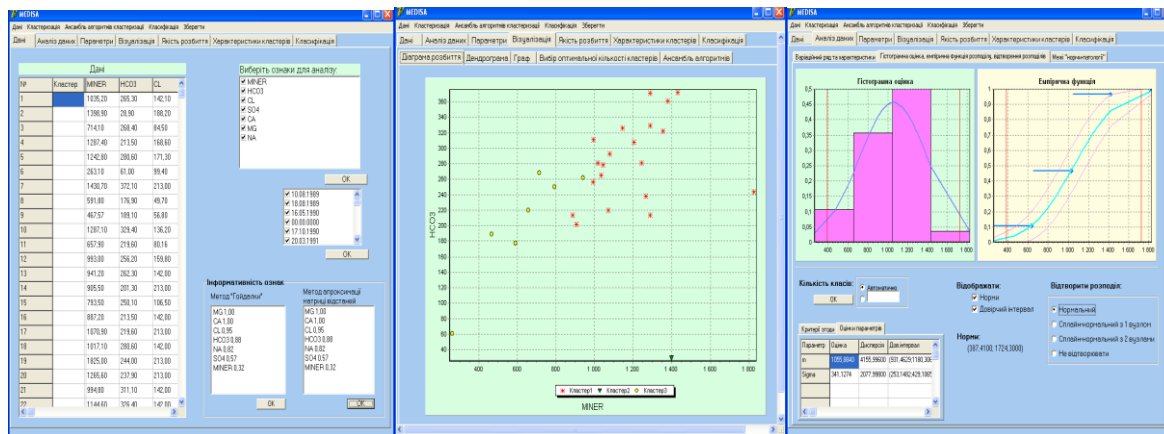


Рис. 1. Приклади інтерфейсу програмного забезпечення

Система має багатовіконний інтерфейс та взаємодіє з користувачем у діалоговому режимі. Вхідні дані мають бути кількісними та міститися у текстовому файлі або dbf-форматі. Вихідні дані можуть бути збережені у зручному для перегляду виді. Система може бути застосована у будь-якій галузі науки, техніки та бізнесу для автоматизованої обробки багатовимірних даних, які змінюються у часі.

Таким чином в даній роботі представлена запропонована авторами інформаційна технологія визначення груп схожих об'єктів за сукупністю досліджуваних ознак, враховуючи їх часові зміни. Розроблено обчислювальні схеми та програмне забезпечення для обробки та аналізу даних гідрохімічного моніторингу. Проведена практична апробація запропонованої системи з інтерпретацією отриманих результатів, а саме виявлення груп пунктів спостереження, що характеризуються схожим хімічним складом води р. Терса та її лівої притоки р. Соломчина на території Васильківського району Дніпропетровської області для правильного планування природоохоронних заходів та керування якістю вод річки.

Список використаних джерел:

1. Байбуз О. Г. Групування пунктів гідрохімічного спостереження за схожістю хімічного складу води з урахуванням часових змін / О. Г. Байбуз, М. Г. Сидорова // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій : зб. наук. праць. – 2012. – Т.16. – С.117–125.
2. Бериков В. С. Современные тенденции в кластерном анализе / В. С. Бериков, Г. С. Лбов // Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы», 2008. – 26 с.
3. Мандель И. Д. Кластерный анализ / И. Д. Мандель. – М., 1988. – 176 с.
4. Приставка О. П. Підтримка прийняття рішень в задачах кластерного аналізу / О. П. Приставка, М. Г. Сидорова // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій : зб. наук. праць. – 2011. – Т.15. – С.117–125.
5. Шерстюк Н. П. Особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об'єктах Кривбасу / Н. П. Шерстюк, В. К. Хільчевський – Д.: ТОВ «Акцент ПП», 2012. – 263 с.