

ПІДХОДИ МОДЕЛЮВАННЯ В ОЦІНЦІ ЯКОСТІ ФАСОВАНИХ ВОД

© Роман Байцар, Ольга Круглова, 2009

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації,
вул. С. Бандери, 12, 79000, Львів, Україна

Запропоновано алгоритм моделювання для методики комплексної оцінки якості фасованих вод.

Предложено алгоритм моделирования для методики комплексной оценки качества фасованных вод.

Modeling algorithm for the method of the water quality complex evaluation are proposed.

Вступ. Рівень відповідності якості ФВ сучасним вимогам визначається багатьма параметрами. У міжнародних стандартах перераховуються речовини-забруднювачі та нормується їх допустима кількість у воді [1]. На відміну від ще чинного в Україні радянського стандарту, який описує вимоги до питної води і містить до 30 показників якості, європейські стандарти вимагають перевіряти воду на вміст 21 неорганічної речовини, 28 летких, 31 пестициду та синтетичних утворень, 15 інших забруднювачів (які не належать до попередніх груп), а також у них наявні норми щодо радіаційної, мікробіологічної і паразитарної безпеки. У російському СанПіН 2.1.4.1116-02 наявні ще також вимоги щодо фізіологічної повноцінності води. Загалом це більше ніж 100 показників, жоден з яких не може перевищувати допустимих норм.

Отже, щоб дати повну оцінку якості води, необхідно перевірити на відповідність вимогам понад ста показників. Виконання аналізів, які дають змогу визначити кожен забруднювач, є доволі трудомістким процесом, хоча би з огляду на їх кількість. Крім того, всі результати необхідно порівняти з нормами, звести і дати заключну оцінку якості води. Завдання ускладнюється, якщо робити, наприклад, порівняльну оцінку ФВ 20 різних марок. Тобто кількість показників, які необхідно проконтролювати, множить на 20. Напевне, це передбачає складання порівняльних таблиць, які за такої кількості показників будуть вимагати надзвичайно уважного аналізу з боку спеціаліста, що вивчає це питання.

Основна частина. Для полегшення процесу оцінки води можна запропонувати програмне рішення, принцип роботи якого відображений на рис. 1, яке, для прикладу, частково ґрунтується на використанні комплексної оцінки якості ФВ, що була запропонована у [2], а також на випадково вибраних для прикладу

деяких показниках. Суть запропонованої методики комплексної оцінки якості ФВ полягає в такому: автори пропонують використовувати різні методи біотестування, за допомогою яких можна визначити наявність у воді токсичних речовин, які небезпечні для живого організму та його клітин. Виконані ними дослідження засвідчили, що біотестування є ефективним підходом до інтегральної оцінки якості питних вод. Використання методів біотестування, поряд із стандартними підходами аналітичної хімії та мікробіології, дають змогу зробити об'єктивнішу оцінку якості води. Велика перевага цих методів полягає у реакції тест-об'єктів на забруднювачі, які сьогодні ще не виявлені, а тому не можуть бути відслідковані і визначені.

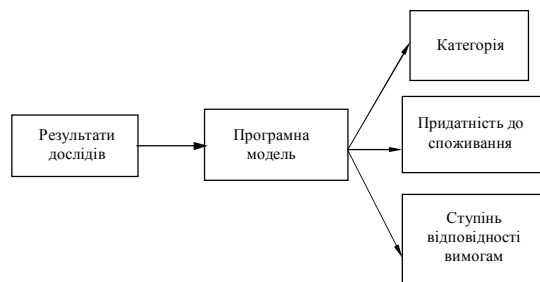


Рис. 1. Алгоритм роботи програми

Нашими дослідженнями встановлено, що якість води визначається заданою множиною параметрів. Для нашого випадку це функція від таких змінних:

$$Q = f(ZT, Gt, ZMCh, Mn, Ag, CO, Gorst, Lugn, O, Tryg), \quad (1)$$

де ZT – індекс загальної токсичності, який є сумою ефектів всіх біотестів, включених до дослідницької батареї [2]. Максимальне значення ефекту від дослідження прийняте таким, що дорівнює 100. Визначення гострої і хронічної токсичності водних зразків здійснювали на

безхребетних тваринах: періодафнії *Ceriodaphnia affinis*, гідри *Hydra attenuata*; на хребетних тваринах – рибі (група *Poecillia reticulata*); на рослинах – цибулі *Allium* сера за описаними методиками. Отже, максимальне значення ZT буде 400;

Gt – наявність генотоксичного ефекту;

ZMCh – значення загального мікробного числа;

Mn – значення мінералізації води, яке є одним з показників фізіологічно повноцінної води;

Ag – кількість у воді консерванту срібла;

CO – кількість у воді консерванту діоксиду вуглецю;

Gorst – величина жорсткості води, яка є одним з показників фізіологічно повноцінної води;

Lugn – величина лужності води, яка є одним з показників фізіологічно повноцінної води;

O – кількість кисню у ФВ;

Tryg – кількість тригалометанів.

Допустимі значення цих змінних (крім ZT та Qgt) взяті з російського СанПіН 2.1.4.1116-02 (оскільки в Україні відсутній документ, який нормує вимоги до ФВ). Значення змінних вводиться у діалогове вікно програми (рис. 2).

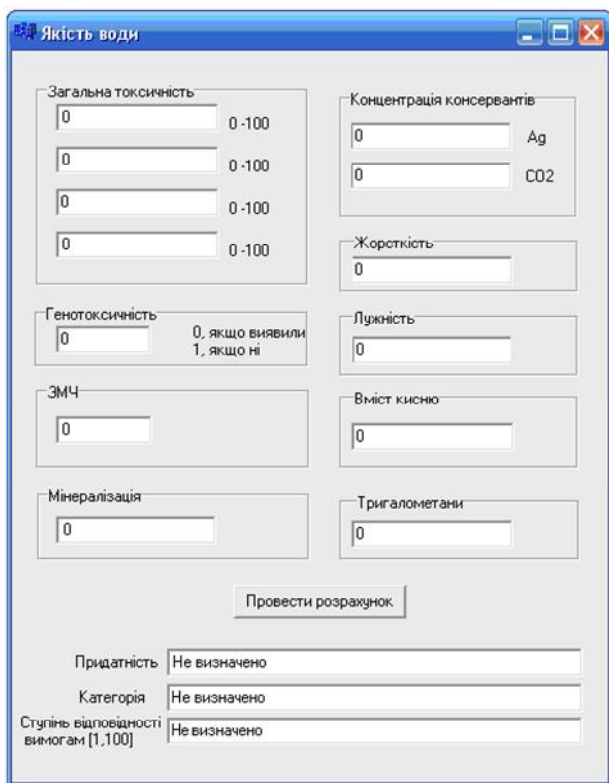


Рис.2. Діалогове вікно для введення значень параметрів та відображення результатів

Програма написана в середовищі C++ Builder 6. Значення кожної змінної порівнюється із введеним у програму допустимим значенням, і якщо воно відповідає вимогам, то параметру Q присвоюється значення 1, якщо ні – то 0. Параметр Q відображає відповідність кожного показника нормам. Залежно від назви показника до назви параметра Q додається індекс. Отже, оцінка якості води у програмі буде визначатися множиною таких параметрів: Qzt, Qgt, Qzmch, QMn, Qag, Qco, Qgorst, Qlugn, Qo, Qtryg.

Оскільки залежність значення змінних, зазначених у формулі (1), від часу нас не цікавить, бо якість води розглядається в певний момент часу, то ступінь відповідності якості води чинним вимогам можна оцінити так:

$$Q_s = (Q_{zt} + Q_{gt} + Q_{zmch} + Q_{Mn} + Q_{ag} + Q_{co} + Q_{gorst} + Q_{lugn} + Q_o + Q_{tryg}) / 10 * 100\%, \quad (2)$$

де число 10 – це кількість параметрів (у нашому випадку), які визначають належну якість води.

Отже, числове значення ступеня відповідності якості води чинним вимогам лежить у межах від 0 до 1 – Qs [0 ...100].

Придатність води для споживання визначаємо так:

$$Q_p = Q_{zt} * Q_{gt} * Q_{zmch} * Q_{Mn} * Q_{ag} * Q_{co} * Q_{gorst} * Q_{lugn} * Q_o * Q_{tryg}. \quad (3)$$

Якщо хоча б один з параметрів дорівнює 0 (а це означає, що значення змінної, до якої він прикріплений, не відповідало нормативним вимогам), добуток теж дорівнює 0, що означає – вода непридатна для споживання людиною.

Результати аналізу виводяться у те саме діалогове вікно (рис 2.).

Використання можливостей програмного забезпечення та описаних підходів у розв'язанні задач подібного характеру є перспективним, оскільки спрощує процес аналізу та усуває вплив людського фактора саме при оцінці результатів. Оскільки введення результатів усіх необхідних дослідів (а їх понад 100) може зайняти багато часу, то пропонується розробити форму усталеного зразка, у яку людина вручну вносить результати дослідів в міру їх виконання. Програма може передбачати функцію сканування і розпізнавання цієї форми та результатів, які у неї внесені, як окремо написаний модуль. Крім того, для повного порівняльного аналізу рівня якості різних марок ФВ логічним є використання можливостей електронних баз даних, які під'єднуються до основної програми та опрацьовуються нею у потрібній задачі. Тоді схематичне відображення роботи програми виглядатиме, як показано на рис. 3.

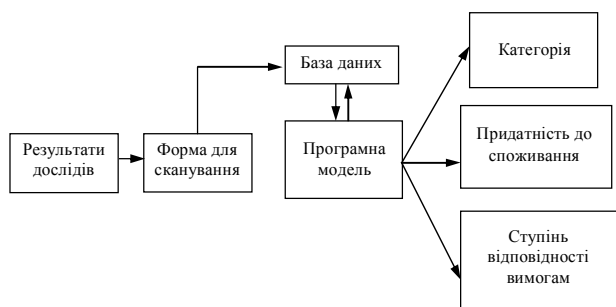


Рис. 3. Алгоритм роботи програми з використанням баз даних

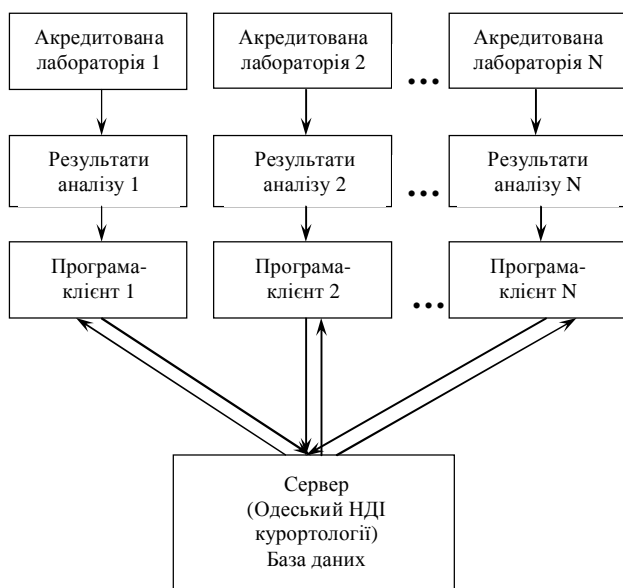


Рис. 4. Схема клієнт-сервер для організації обігу даних між акредитованими лабораторіями

Крім того, можливості баз даних дають змогу організувати такий обіг інформації, як показано на рис. 4.

Нехай сервер, на якому зберігатимуться дані, буде фізично розміщений у Одеському НДІ курортології та реабілітації. На ньому буде зберігатися база даних, поповнювати яку будуть акредитовані лабораторії на території України за результатами своїх досліджень і аналізів. Така лабораторія повинна мати передове аналітичне обладнання, затверджені методики досліджень і кваліфікований персонал. Наявність акредитованих

лабораторій значно спростила б роботу самого Одеського НДІ, оскільки донедавна це був єдиний центр, де можна було виконати повний аналіз води та отримати деякі необхідні дозволи на розлив води [3]. Як результат, з'являються величезні «черги» виробників ФВ. Отже, необхідні аналізи води здійснювалися б регіональними акредитованими лабораторіями і результати вносилися б у єдину базу даних. Отже, Одеський НДІ курортології мав би можливість відслідковувати стан якості наявних на ринку ФВ, без безпосередньої участі у виконанні аналізів. Такий підхід значно розвантажує роботу самого НДІ, а також створює можливість оперативного аналізу води, що скоротило б або взагалі усунуло б поняття «черг» на виконання аналізів води.

Щодо структури бази даних, то її розробка потребує детального аналізу принципів роботи НДІ, розробки відлагодженого алгоритму взаємообміну інформацією між акредитованими регіональними лабораторіями і НДІ, а також глибокого вивчення самої специфіки аналізу води. Проте навіть на перший погляд зрозуміло, що в базі даних повинні бути результати хімічних, фізичних, мікробіологічних дослідів.

Висновок. У статті запропоновано загальні алгоритми, які окреслюють можливість спростити аналізування при оцінці результатів та дадуть змогу згрупувати дані для зручності їх обігу та використання. Зрозуміло, що це не є закінченим рішенням, але є актуальним напрямом для вирішення подальших практичних завдань у цій сфері.

1. Круглова О.А. Світова практика забезпечення якості бутильованих вод / О.А. Круглова // *Вимірювальна техніка та метрологія*. – 2007. – №67. – С. 118–123. 2. Гончарук В.В. Комплексна оцінка якості фасованих вод / В.В. Гончарук, В.В. Архінчук, Г.В. Терлецькі [та ін.] // *Вісник НАН України*. – 2005. – № 3. – С. 47–58. 3. Друзюк В. Смачна природна підземна. Хто контролює якість мінеральних вод? / В. Друзюк // *Україна молода*. – 2006. – 27 квітня. – С.6.