

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНІКА

УДК 004.65+519.6

В. Б. Мокін, д. т. н., проф.;

М. П. Боцула, к. т. н., доц.;

А. Р. Ящолт, к. т. н.

НОВА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ ПАРАМЕТРІВ ВОД ТА ҐРУНТІВ НА ОСНОВІ XML-ФОРМАЛІЗАЦІЇ АТЕСТОВАНИХ МЕТОДИК ВИКОНАННЯ ЦИХ ВИМІРЮВАНЬ

Проаналізовано шляхи програмної реалізації процесу автоматизації обробки даних за методиками вимірювань хімічних параметрів водних об'єктів та ґрунтів. Здійснено порівняльний аналіз різних варіантів розв'язання цієї задачі. Розроблено нову інформаційну технологію автоматизованої обробки результатів вимірювань параметрів вод та ґрунтів на основі XML-формалізації відповідних методик. Наведено реальні приклади застосування розробленої технології.

Постановка задачі

Вимірювання стану та параметрів довкілля в лабораторіях проводяться за спеціально розробленими та атестованими методиками виконання вимірювань (МВВ). Методика виконання вимірювань є сукупністю процедур і правил, виконання яких забезпечує отримання результатів вимірювань з потрібною точністю. Усі МВВ підлягають атестації. Атестація методики виконання вимірювань — це процедура встановлення відповідності методики метрологічним вимогам, що ставляться до неї. Обробка усіх параметрів вод та ґрунтів за МВВ трудомістка і потребує автоматизації.

Таким чином, актуальною є розробка нової інформаційної технології автоматизованої обробки результатів вимірювань параметрів вод та ґрунтів, яка буде забезпечувати автоматизацію та уніфікованість розрахунків і уникнення суб'єктивних помилок працівниками лабораторій підприємств та установ.

Якщо розглянути будь-який сучасний нормативний документ з МВВ, наприклад, «МВВ 081/12-0413-07 — Методика виконання вимірювань масової концентрації цинку атомно-абсорційним методом (полуменева атомізація). Води зворотні, поверхневі, підземні.», то стає очевидним, що в ньому не тільки регламентується розрахунок результату вимірювання, але й усі необхідні для цього умови, дії і засоби: перелік засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), процес підготовки до вимірювання, виконання вимірювання, умови його виконання, проміжна обробка результатів, похибки, контроль збіжності, контроль відтворюваності, контроль похибки вимірювань, контроль стабільності градуовальної характеристики тощо [4].

Принципи створення технології та формалізація параметрів методик

Зазвичай поставлена задача розв'язується з використанням спеціальних редакторів або програм-плагінів.

Основою запропонованої технології є структурний опис МВВ, як інтегрованого інформаційного пакету, що включає в себе все необхідне для автоматизації процедури виконання вимірювань. Кожний файл опису МВВ містить в собі формалізований опис відповідних параметрів із заданою структурою та елементами.

За цією технологією усі параметри МВВ, які необхідні для реалізації автоматизованих обчислень, запропоновано упорядкувати в одній ієрархічній структурі, яка є самодостатньою (рис. 1). Ця структура зберігається у форматі XML і виконує функції формалізованого опису МВВ, придатного для програмної обробки.

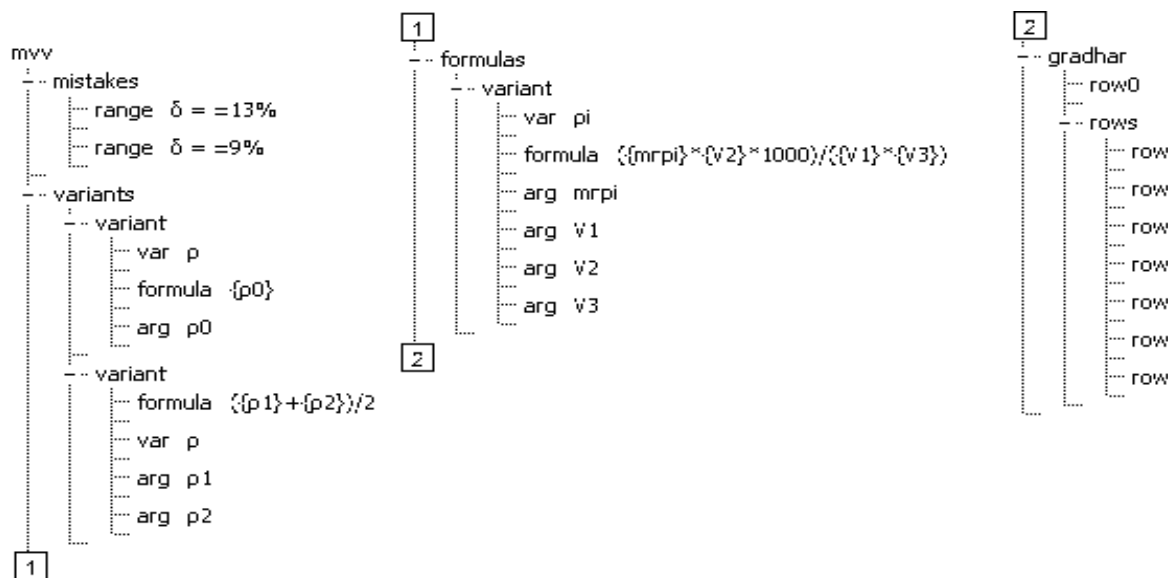


Рис. 1. Структура XML-опису МВВ № 081/12-0108-03

Основні елементи XML-опису та їх призначення, що пропонуються [5]:

<mvv></mvv> кореневий елемент, атрибути елемента мають призначення:

- type = «w» — тип застосування методики («w» — вода ти скиди, «g» — ґрунти та відходи);
- id_mv = «372» — код МВВ у реєстрі автоматизованої системи управління (АСУ);
- alias = «МВВ № 081/12-0108-03» — шифр методики;
- title = «Методика виконання вимірювань масової концентрації сірководню екстракційно-фотокolorиметричним методом» — повна назва МВВ;
- id_factor = «76» — код показника, до якого застосовується методика;
- factor = «Сірководень» — назва показника;
- id_main_zvt = «1» — код засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) за даними АСУ, що використовується для вимірювання;
- main_zvt = «Основний ЗВТ для МВВ» — назва ЗВТ;
- id_tip = «19» tip = «Фотокolorиметричний» — код та назва типу методу вимірювання;
- id_unit = «6» unit = «мг/аліквоті» — код та назва одиниці вимірювання результату;
- cat_vod_bin = «13» cat_vod = «поверхневі, підземні і зворотні» — маска-код та назва категорій вод;
- doc = «МВВ 081-12-0108-03.doc» — назва файлу нормативного документу МВВ;
- default_variant = «1» — варіант розрахунку за замовчуванням;
- result = «(±δ), %, P = 0,95; n = 2» — параметри точності результату;
- tochn = «3» — тип округлення результату вимірювання;
- need_n_measuring = «2» — необхідна кількість паралельних вимірювань.

<mistakes></mistakes> — розділ опису похибок МВВ, містить опис діапазонів вимірювання і даних для розрахунку похибок;

<range></range> — похибка діапазону вимірювання у вигляді текстового еквіваленту (δ = ± 13 %), елемент має параметри:

- num = «1» — номер діапазону;
- min = «0.2» max = «2.0» alias = «0,2-2,0» — межі діапазону вимірювання і їх текстове подання;
- id_tip = «0» tip = «відносна (δ, %)
- precision = «3» — точність округлення результату;
- cat_vod_bin = «13» cat_vod = «поверхневі, підземні і зворотні» маска-код та назва категорій вод;

— formula = «» — формула розрахунку похибки (за потребою).

Кожна MBV може мати декілька варіантів розрахунку. Для врахування цього аспекту усі можливі варіанти описуються в розділі <variants></variants>, що містить елементи <variant></variant>, які описують позначення результату (<var>), формули кінцевого розрахунку (<formula>) та їх аргументи (<arg>).

Формули кінцевого розрахунку використовують результати проміжних розрахунків для своїх параметрів. Формули проміжних розрахунків описуються у розділі <formulas></formulas> за аналогічним принципом.

В АСУ для отримання результатів вимірювання можна застосовувати процедуру автоматичного визначення рівняння градуовальної характеристики. Відповідно до MBV параметри, за якими має бути побудована градуовальна характеристика, чітко регламентуються. Регламентовані умови побудови характеристики задаються у XML-описом MBV у розділі <gradhar></gradhar>. Збереження формалізованого опису MBV у форматі XML дозволяє програмним засобам використовувати цю структуру як окремий програмний об'єкт, функціями якого є виконання відповідних розрахунків за MBV, визначення відповідних похибок, контроль вхідних даних, опис отриманих результатів тощо.

Приклад автоматизованої обробки результатів вимірювань параметрів вод

Протягом 2005—2009 років за участю авторів у Вінницькому національному технічному університеті була створена Єдина автоматизована система Державної екологічної інспекції та підрозділів аналітичного контролю територіальних органів Мінприроди із отриманням результатів вимірювань стану забруднення довкілля, викидів, скидів і відходів, їх накопичення, оброблення та аналізування (АСУ «ЕкоІнспектор»; інша назва — «автоматизована система контролю» — АСК «ЕкоІнспектор»). АСУ «ЕкоІнспектор» має три основні підсистеми: «Вода та скиди», «Ґрунти та відходи» та «Викиди». Запропоновану технологію використано у ній для формалізації опису та автоматизації обробки даних MBV [1, 2].

В АСУ «ЕкоІнспектор» MBV розраховується відповідно до формул, заданих у файлі MBV безпосередньо у формі «Журнал результатів вимірювання» в фоновому режимі і не потребує окремого інтерфейсу.

У випадку, коли необхідно налаштувати зв'язок між даними форми «Журнал результатів вимірювання», тоді відкривається відповідна форма (рис. 2), яка дозволяє задати відповідність між даними журналу та MBV.

Навчання формули для MBV 081/12-0014-01 - Біохімічне споживання кисню (БСК)

Навчання формули для MBV 081/12-0014-01 - Біохімічне споживання кисню (БСК)

Варіант розрахунку: 1 - для нерозбавлених проб

Формула розрахунку:

$$(8 * 0.002 * \{V11\} * 1000 * \{V12\} / (50 * (\{V12\} - 2))) - (8 * 0.002 * \{V21\} * 1000 * \{V22\} / (50 * (\{V22\} - 2)))$$

Змінна	Вимірювання	Поле підстановки	Приклад	Опис
V11	БСК-1	значення проби води	12	об'єм розчину натрію сірчаватистокислого, який пішов на титрування проби води на початку визначення (про об'єм склянки, в яку відбиралась проба води чи "вода розбавлення" на початку визначення
V12	БСК-1	значення холостої проби	10	об'єм розчину натрію сірчаватистокислого, який пішов на титрування проби води на початку визначення (про об'єм склянки, в яку відбиралась проба води чи "вода розбавлення" після 5 діб інкубації
V21	БСК-2	значення проби води	10	
V22	БСК-2	значення холостої проби	9	

Закрити

Рис. 2. Налаштування формули MBV для роботи з журналом

Наприклад, сформований за розробленою технологією XML-файл для МВВ 081/12-0106-03 має вигляд, показаний на рис. 3.

МВВ 081/12-0106-03
Методика виконання вимірювань масової концентрації амоній-іонів фотоколориметричним методом з реактивом Неслера

Категорії вод: поверхневі, зворотні, підземні
 Тип МВВ: Фотоколориметричний
 Одиниці вимірювання: мг/дм³
 Представлення результату: (±δ), %, P = 0,95, n = 2
 Округлення результату: 2
 Документ: [Amon_met.doc](#)

Параметри зв'язків з показником та ЗВТ

Код МВВ	Код Показника	Показник	Код ЗВТ	ЗВТ
306	5	Амоній-іон	1	Основний ЗВТ для МВВ

Діапазони похибок

№	від	до	Діапазон	Похибка	Тип похибки	Представлення точності	Категорія вод	Формула
1	0.1	0.5	0,1-0,5	δ = ±25%	відносна (δ, %)	2	поверхневі, підземні	
2	0.5	999999	>0,5	δ = ±10%	відносна (δ, %)	2	поверхневі, підземні	
3	0.1	1.0	0,1-1,0	δ = ±50%	відносна (δ, %)	2	зворотні	
4	1.0	10.0	1,0-10,0	δ = ±25%	відносна (δ, %)	2	зворотні	
5	10.0	999999	>10,0	δ = ±10%	відносна (δ, %)	2	зворотні	

Рис. 3. Сформований за розробленою технологією XML-файл для МВВ 081/12-0106-03

У верхній частині файлу наводиться уся інформація про призначення методики, основні її параметри та відомості про похибки вимірювання. Основна частина XML-файлу містить формули розрахунку результату вимірювання за цією методикою та таблицею для побудови градуювальних характеристик.

Перспективи застосування

Запропоновану технологію успішно апробовано і впроваджено в обласних підрозділах та підрозділах м. Київ, Севастополь та Автономної Республіки Крим Державної екологічної інспекції Мінприроди (перша версія розроблена восени у 2006 році, друга, оптимізована з урахуванням останніх результатів технології автоматизованої обробки МВВ — у 2008 році) [3]. Також розроблена технологія може бути застосована і для інших систем обробки даних спостережень як в Україні, так і за кордоном.

На прикладі аналітичних підрозділів Державної екологічної інспекції використання запропонованої технології дозволяє забезпечувати: 1) збереження у базі даних усієї довідкової та метрологічної інформації про виконання вимірювань; 2) автоматичне обчислення результатів вимірювань та їх збереження; 3) автоматичний розрахунок похибок вимірювань та їх збереження; 4) автоматичні розрахунки у проведенні перевірки якості вимірювань за нормативами МВВ; 5) зручну форму з підказками для введення вхідних даних та перегляду результатів; 6) формування програмно-інформаційного забезпечення у вигляді окремого програмного модулю, який легко інтегрується в АСУ «ЕкоІнспектор».

Запропонована технологія автоматизованої обробки даних за методиками виконання вимірювань параметрів вод і ґрунтів на основі XML-формалізації цих методик може бути використана в лабораторіях, аналітичних підрозділах державних екологічних інспекцій, лабораторіях санітарно-епідеміологічних станцій, лабораторіях басейнових управлінь водних ресурсів, лабораторії великих підприємств тощо.

Висновки

Розроблено нову інформаційну технологію автоматизованої обробки результатів вимірювань параметрів вод та ґрунтів на основі XML-формалізації цих методик. Технологія ґрунтується на тому, що кожна МВВ подається у вигляді окремого файлу в XML-форматі зі заданою структурою та елементами. Технологію впроваджено в обласних підрозділах та підрозділах м. Київ, Севастополь та Автономної Республіки Крим Державної екологічної інспекції Мінприроди і може бути впроваджено в лабораторіях, аналітичних підрозділах державних екологічних інспекцій, лабораторіях санітарно-епідеміологічних станцій, лабораторіях басейнових управлінь водних ресурсів, лабораторіях великих підприємств тощо.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зіскінд Ю. Л. Підсистема «ВОДА і СКИДИ» автоматизованої системи контролю Держекоінспекції Мінприроди України / Ю. Л. Зіскінд, В. Б. Мокін, М. П. Боцула, А. Р. Ящолт // Вісник Вінницького політехнічного інституту. Спеціальний випуск за матеріалами І-го Всеукраїнського з'їзду екологів. — 2006 — № 5. — С. 128—132.
2. Зіскінд Ю. Л. Підсистема «ҐРУНТИ та ВІДХОДИ» автоматизованої системи контролю Держекоінспекції Мінприроди України / Ю. Л. Зіскінд, В. Б. Мокін, М. П. Боцула // І-й Всеукраїнського з'їзду екологів : зб. тез. — Вінниця : ВНТУ, 2006. — 62 с.
3. Мокін В. Б. Комп'ютерна програма «Підсистема «Вода та скиди» автоматизованої системи контролю «ЕкоІнспектор» для накопичення, оброблення та аналізування усіх видів скидів та стану забруднення води в Україні» («Підсистема «Вода та скиди» АСК «ЕкоІнспектор») / В. Б. Мокін, М. П. Боцула, А. Р. Ящолт // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 18017. — К. : Державний департамент інтелектуальної власності України. — Дата реєстрації : 20.09.2006.
4. МВВ № 081/12-0413-07 — Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації цинку атомно-абсорбційним методом (полуменева атомізація). — Харків, 1996. — 22 с.
5. Старыгин А. XML : разработка Web-приложений / А. Старыгин. — СПб. : БХВ-Петербург, 2003. — 585 с.

Рекомендована кафедрою моделювання та моніторингу складних систем

Надійшла до редакції 11.06.10
Рекомендована до друку 29.06.10

Мокін Віталій Борисович — завідувач кафедри, **Боцула Мирослав Павлович** — докторант, **Ящолт Андрій Русланович** — старший викладач.

Кафедра моделювання та моніторингу складних систем, Вінницький національний технічний університет