

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.**XML-ФОРМАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИК ВИКОНАННЯ ВИМІРЮВАНЬ
ПАРАМЕТРІВ ВОД ТА ҐРУНТІВ**

Запропоновано новий метод та програмне забезпечення для автоматизації обробки даних згідно з чинними методиками виконання вимірювань параметрів водних об'єктів і ґрунтів з використанням уніфікованої XML-моделі.

Ключові слова: XML, автоматизація, методики виконання вимірювань, якість води, якість ґрунтів, параметри довкілля.

Для проведення вимірювань параметрів довкілля в лабораторіях застосовують спеціально розроблені та атестовані методики виконання вимірювань (МВВ). МВВ є сукупністю процедур і правил, виконання яких забезпечує одержання результатів вимірювань з необхідною точністю. Атестація методики виконання вимірювань – це процедура встановлення відповідності методики метрологічним вимогам, що висувають до неї. Обробка всіх параметрів вод і ґрунтів трудомістка й вимагає автоматизації [1].

Отже, актуальною є розробка нового методу програмної реалізації процесу автоматизації методик виконання вимірювань параметрів водних об'єктів і ґрунтів, яка буде забезпечувати автоматизацію та уніфікованість розрахунків, а також уникнення суб'єктивних помилок працівниками лабораторій підприємств та установ.

Для розв'язання поставленого завдання необхідно розробити новий метод програмної реалізації процесу автоматизації методик виконання вимірювань, який задовольняв би такі вимоги:

- нескладність у користуванні;
- мінімальний час навчання користування програмою;
- можливість відслідкувати кожен крок розрахунку;
- урахування під час розрахунку всіх можливих варіантів згідно з нормативними документами.

Було розглянуто ряд типових методик виконання вимірювань параметрів водних об'єктів і ґрунтів – і з'ясувалось, що в них не тільки регламентується розрахунок результату вимірювання, але й усі необхідні для цього умови, дії й 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.

Для розв'язання поставленого завдання було розроблено уніфікований формат опису МВВ за технологією XML та новий алгоритмічний підхід.

Основою запропонованого методу є структурний опис МВВ як інтегрованого інформаційного пакету, що містить все необхідне для автоматизації процедури виконання вимірювань. Кожний файл опису МВВ містить формалізований опис відповідних параметрів:

- категорії вод, тип МВВ, одиниці вимірювання;
- параметри зв'язків з показником та ЗВТ;
- діапазони похибок;
- варіанти та формули розрахунку результату;
- шаблон таблиці для градуовальної характеристики.

Кожна МВВ представлена у вигляді окремого файлу в XML-форматі із заданою структурою та елементами. За рахунок цього забезпечується:

перенесення даних МВВ між різними інформаційними системами;
 крос-платформеність опису МВВ;
 масштабованість опису МВВ за необхідності розширення його функціональності;
 можливість збереження всієї інформації, що необхідна для реалізації МВВ, в одному файлі;

можливість використання гіперпосилань на інші інформаційні джерела (довідники, інструкції, нормативні документи тощо);

можливість оновлення МВВ в автоматичному або в ручному режимі без втручання в програмні коди;

незалежність опису МВВ від модифікацій програмного коду та структури даних.

За розробленим методом усі параметри МВВ, які необхідні для реалізації автоматизованих обчислень, запропоновано впорядкувати 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.

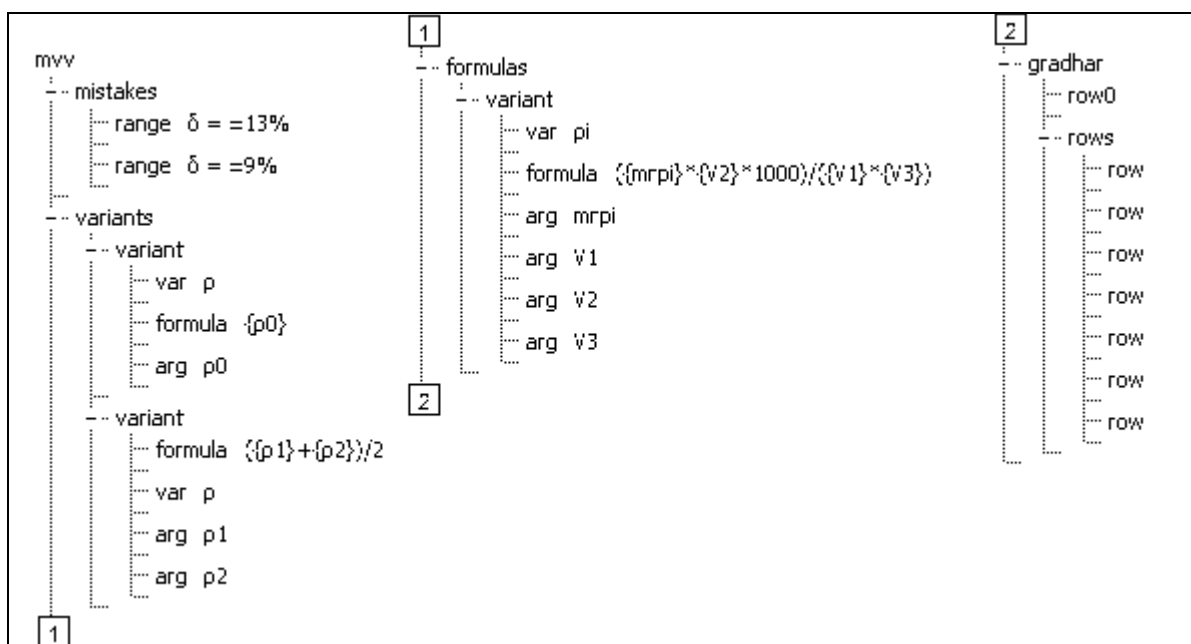


Рис. 1. Структура XML-опису МВВ № 081/12-0108-03

Пропонуються такі основні елементи XML-опису та їхнє призначення [2, 3]:

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

`type="w"` – тип застосування методики ("w" – вода та 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 сірковуглецю екстракційно-фотокolorиметричним методом"` – повна назва МВВ;

`id_factor="76"` – код показника, до якого застосовують методику;

`factor="Сірковуглець"` – назва показника;

`id_main_zvt="1"` – код засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) за даними АСУ, що використовують 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 і назва категорій вод;

`doc="МВВ 081-12-0108-03.doc"` – назва файлу нормативного документа 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 еквівалента ($\delta = \pm 13\%$), елемент має параметри:

num="1" – номер діапазону;

min="0.2" max="2.0" alias="0,2-2,0" – межі діапазону вимірювання і їхнє текстове представлення;

id_tpr="0" tpr="відносна (δ, %)" – код і назва типу похибки;

precision="3" – точність округлення результату;

cat_vod_bin="13" cat_vod="поверхневі, підземні і зворотні" маска-код і назва категорій вод;

formula="" – формула розрахунку похибки (у разі потреби).

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

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

Збереження формалізованого опису МВВ у форматі XML дозволяє програмним засобам використовувати цю структуру як окремий програмний об'єкт, функціями якого є виконання відповідних розрахунків за МВВ, визначення відповідних похибок, контроль вхідних даних, опис отриманих результатів тощо.

Для запропонованого методу автоматизації методик виконання вимірювань параметрів водних об'єктів і ґрунтів розроблено програмне забезпечення. На рис. 2 наведено загальний вигляд програмного інструменту для налаштування користувачем підготовленої XML-формалізованої методики до джерел вхідних даних, необхідних для автоматичного розрахунку за відповідною МВВ. Таке налаштування має бути виконане під час першої XML-формалізації МВВ, далі процес автоматизації обробки даних за цією МВВ суттєво прискорюється та спрощується.

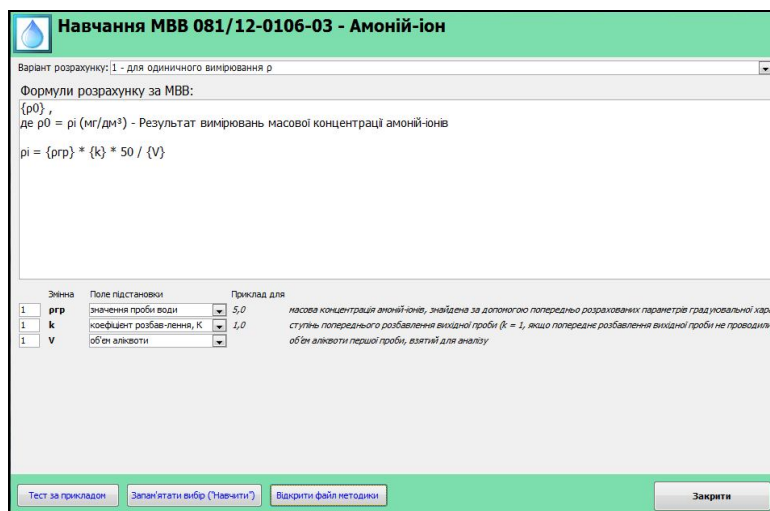


Рис. 2. Загальний вигляд редактора XML-формалізації

Протягом 2005 – 2009 років за участі авторів у Вінницькому національному технічному університеті було створено єдину автоматизовану систему Державної екологічної інспекції та підрозділів аналітичного контролю територіальних органів Мінприроди із отриманням результатів вимірювань стану забруднення довкілля, викидів, скидів і відходів, їхнього накопичення, оброблювання та аналізування (АСУ «ЕкоІнспектор»; інша назва – «автоматизована система контролю» – АСК «ЕкоІнспектор»). АСУ «ЕкоІнспектор» має три основні підсистеми: «Вода та скиди», «Ґрунти та відходи» і «Викиди». Запропоновану технологію використано в ній для формалізації опису та автоматизації обробки даних МВВ [1, 2]. Із використанням цього методу було виконано XML-формалізацію понад 20 методик, які на сьогодні використовують у всіх обласних підрозділах Державної екологічної інспекції Мінприроди. В АСУ „ЕкоІнспектор” МВВ розраховують за формулами, заданими у файлі МВВ безпосередньо у формі "Журнал результатів вимірювання" у фоновому режимі й 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 МВВ.

За натисканням кнопки "Тест за прикладом" виконують розрахунок відповідно до заданих відповідностей. За натисканням кнопки "Відкрити файл методики" відкривається нормативний документ, що описує МВВ. За цим принципом реалізовувалися методики виконання вимірювань.

Висновки. У статті запропоновано новий метод автоматизації обробки даних згідно з чинними методиками виконання вимірювань (МВВ) параметрів водних об'єктів та ґрунтів, який відрізняється від наявних новою уніфікованою структурою параметрів МВВ та засобами їхньої автоматизованої обробки з використанням XML-формату. Розроблено спеціальний редактор для ідентифікації XML-моделі для кожної МВВ та засоби для автоматизації проведення обчислень на основі цієї моделі. Цей метод і програмне забезпечення успішно апробовано та впроваджено в держекоінспекціях більшості областей України та держекоінспекціях м. Києва, Севастополя та Автономної Республіки Крим.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мокін В. Б. Розробка комп'ютерних засобів автоматизації процесів вимірювання, накопичення та оброблення параметрів стану забруднення довкілля, викидів, скидів і відходів аналітичними підрозділами Держекоінспекції Мінприроди України / В. Б. Мокін, Ю. Л. Зіскінд, М. П. Боцула // Матеріали XIII-ої Міжнародної конференції з автоматичного управління „Автоматика-2006”. – 2006. – С. 357 – 363.
2. Збірник методик виконання вимірювань якості вод : [під ред. О. В. Васюкова]. – Харків : Укрметрестандарт, 2004 – 620 с.
3. Старьгин А. XML: разработка Web-приложений / А. Старьгин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 585 с.

Мокін Віталій Борисович – д. т. н., професор, завідувач кафедри моделювання та моніторингу складних систем, тел.: (0432) 437722, vbmokin@gmail.com.

Боцула Мирослав Павлович – к. т. н., доцент кафедри моделювання та моніторингу складних систем, докторант, тел.: (0432) 598477, botsula@gmail.com.

Яшолт Андрій Русланович – к. т. н., доцент кафедри моделювання та моніторингу складних систем, тел.: (0432) 598291, yasholt@gmail.com.

Вінницький національний технічний університет.