

УДК 004.65+519.6

В. Б. Мокин, д. т. н., проф.; М. П. Боцула, к. т. н., доц.; А. Р. Ящолт, к. т. н.
XML-ФОРМАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИК ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ
ПАРАМЕТРОВ ВОД И ПОЧВ

Предложен новый метод и программное обеспечение для автоматизации обработки данных согласно действующим методикам выполнения измерений параметров водных объектов и почв с использованием унифицированной XML-модели.

Ключевые слова: XML, автоматизация, методики выполнения измерений, качество воды, качество почв, параметры окружающей среды.

Для проведения измерений параметров окружающей среды в лабораториях применяют специально разработанные и аттестованные методики выполнения измерений (МВИ). МВИ является совокупностью процедур и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с необходимой точностью. Аттестация методики выполнения измерений – это процедура установления соответствия методики метрологическим требованиям, предъявляемым к ней. Обработка всех параметров вод и почв трудоемкая и требует автоматизации [1].

Таким образом, актуальной является разработка нового метода программной реализации процесса автоматизации методик выполнения измерений параметров водных объектов и почв, которая будет обеспечивать автоматизацию и унифицированность расчетов, а также избежание субъективных ошибок работниками лабораторий предприятий и учреждений.

Для решения поставленной задачи необходимо разработать новый метод программной реализации процесса автоматизации методик выполнения измерений, который бы соответствовал следующим требованиям:

- 1) лёгкость в пользовании;
- 2) минимальное время обучения пользования программой;
- 3) возможность отследить каждый шаг расчета;
- 4) учёт при расчете всех возможных вариантов согласно нормативным документам.

Был рассмотрен ряд типовых методик выполнения измерений параметров водных объектов и почв – и выяснилось, что в них не только регламентируется расчет результата измерения, но и все необходимые для этого условия, действия и средства: перечень средств измерительной техники (СИТ), процесс подготовки к измерению, выполнение измерения, условия его выполнения, промежуточная обработка результатов, погрешности, контроль сходимости, контроль воспроизводимости, контроль погрешности измерений, контроль стабильности градуировочной характеристики и т. п.

Для решения поставленной задачи был разработан унифицированный формат описания МВИ по технологии XML и новый алгоритмический подход.

Основой предлагаемого метода является структурное описание МВИ как интегрированного информационного пакета, включающего все необходимое для автоматизации процедуры выполнения измерений. Каждый файл описания МВИ содержит формализованное описание соответствующих параметров:

- категории вод, тип МВИ, единицы измерения;
- параметры связей с показателем и СИТ;
- диапазоны погрешностей;
- варианты и формулы расчета результата;
- шаблон таблицы для градуировочной характеристики.

Каждая МВИ представлена в виде отдельного файла в XML-формате с заданной

структурой и элементами. За счет этого обеспечивается:

- перенос данных МВИ между различными информационными системами;
- кросс-платформенность описания МВИ;
- масштабируемость описания МВИ при необходимости расширения его функциональности;
- возможность сохранения всей информации, необходимой для реализации МВИ, в одном файле;
- возможность использования гиперссылок на другие информационные источники (справочники, инструкции, нормативные документы и т. п.);
- возможность обновления МВИ в автоматическом или в ручном режиме без вмешательства в программные коды;
- независимость описания МВИ от модификаций программного кода и структуры данных.

По разработанному методу все параметры МВИ, необходимые для реализации автоматизированных вычислений, предлагается упорядочить в одной иерархической структуре, которая является самодостаточной (рис. 1). Данная структура сохраняется в формате XML и выполняет функции формализованного описания МВИ, пригодного для программной обработки.

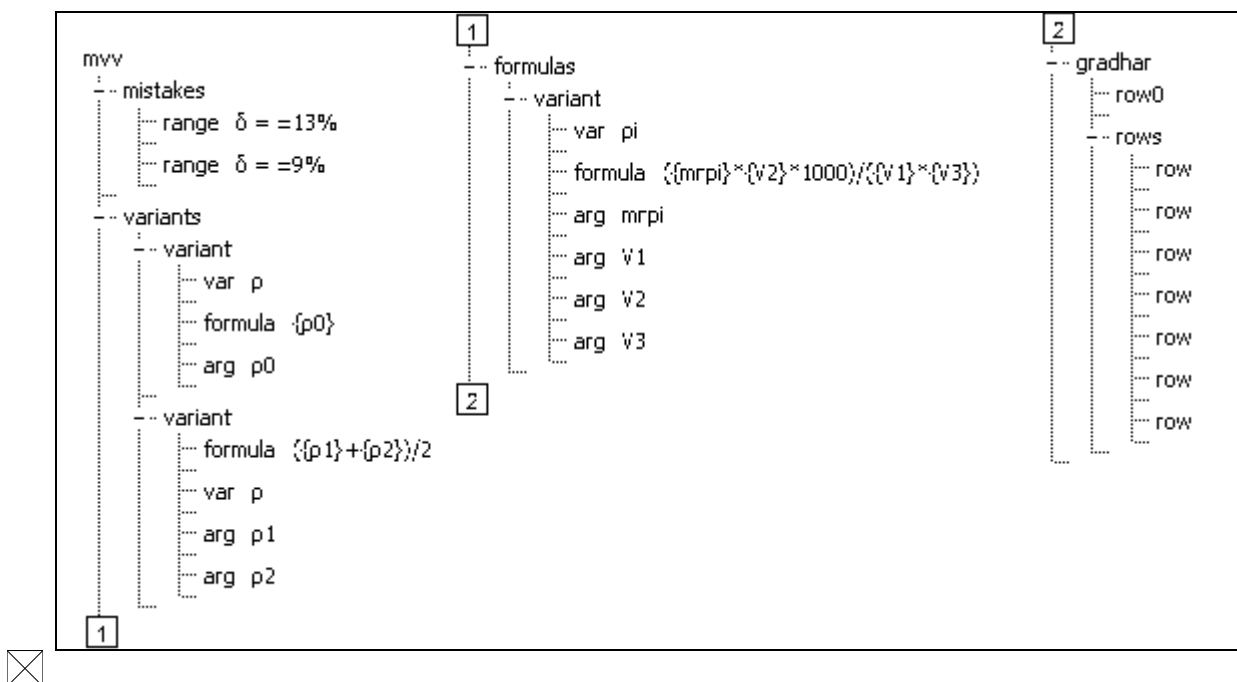


Рис. 1. Структура XML-описания МВИ № 081/12-0108-03

Предлагаются следующие [2, 3] основные элементы XML-описания и их назначения:

<mvv></mvv> корневой элемент, атрибуты элемента имеют назначения:

type="w" – тип применения методики ("w" – вода и сбросы, "g" – почвы и отходы);

id_mv="372" – код МВИ в реестре автоматизированной системы управления (АСУ);

alias="МВИ № 081/12-0108-03" – шифр методики;

title="Методика выполнения измерений массовой концентрации сероуглерода экстракционно-фотоколориметрическим методом" – полное название МВИ;

id_factor="76" – код показателя, к которому применяется методика;

factor="Сероуглерод" – название показателя;

id_main_zvt="1" – код средств измерительной техники (СИТ) по данным АСУ, используемая для измерения;

main_zvt="Основной СИТ для МВИ" – название СИТ

id_tip="19" tip="Фотоколориметрический" – код и название типа метода измерения;

id_unit="6" unit="мг/аліквоті" – код и название единицы измерения результата;
 cat_vod_bin="13" cat_vod="поверхностные, подземные и обратные" – маска-код и название категорий вод;
 doc="МВИ 081-12-0108-03.doc" – название файла нормативного документа МВИ;
 default_variant="1" – вариант расчета по умолчанию;
 result="(±δ), %; P = 0,95; n = 2" – параметры точности результата;
 tochn="3" – тип округления результата измерения;
 need_n_measuring="2" – необходимое количество параллельных измерений;
 <mistakes></mistakes> – раздел описания погрешностей МВИ, содержит описание диапазонов измерения и данных для расчета погрешностей;
 <range></range> – погрешность диапазона измерения в виде текстового эквивалента ($\delta = \pm 13\%$), элемент имеет параметры:
 num="1" – номер диапазона;
 min="0.2" max="2.0" alias="0,2-2,0" – границы диапазона измерения и их текстовое представление;
 id_tip="0" tip="относительная (δ, %)" – код и название типа погрешности;
 precision="3" – точность округления результата;
 cat_vod_bin="13" cat_vod="поверхностные, подземные и обратные" маска-код и название категорий вод;
 formula="" – формула расчета погрешности (по необходимости).

Каждая МВИ может иметь несколько вариантов расчета. Для учета этого аспекта все возможные варианты описывают в разделе <variants> </variants>, содержащем элементы <variant></variant>, описывающие обозначения результата (<var>), формулы окончательного расчета (<formula>) и их аргументы (<arg>).

В формулах окончательного расчета используют результаты промежуточных расчетов для своих параметров. Формулы промежуточных расчетов описывают в разделе <formulas></formulas> по аналогичному принципу.

Сохранение формализованного описания МВИ в формате XML позволяет программным средствам использовать эту структуру как отдельный программный объект, функциями которого является выполнение соответствующих расчетов по МВИ, определение соответствующих погрешностей, контроль входных данных, описание полученных результатов и т. п.

Рис. 2. Общий вид редактора XML-формализации

Для предложенного метода автоматизации методик выполнения измерений параметров водных объектов и почв разработано программное обеспечение. На рис. 2 приведен общий вид программного инструмента для настройки пользователем подготовленной XML-

формализованной методики к источникам исходных данных, необходимых для автоматического расчета по соответствующей МВИ. Такая настройка должна быть выполнена при первой XML-формализации МВИ, далее процесс автоматизации обработки данных по этой МВИ существенно ускоряется и упрощается.

В течение 2005 – 2009 годов при участии авторов в Винницком национальном техническом университете была создана единая автоматизированная система Государственной экологической инспекции и подразделений аналитического контроля территориальных органов Минприроды с получением результатов измерений состояния загрязнения окружающей среды, выбросов, сбросов и отходов, их накопления, обработки и анализа (АСУ «ЕкоІнспектор»; другое название – «автоматизированная система контроля» – АСК «ЕкоІнспектор»). АСУ «ЕкоІнспектор» имеет три основные подсистемы: «Вода и сбросы», «Почвы и отходы» и «Выбросы». Предложенная технология использована в ней для формализации описания и автоматизации обработки данных МВИ [1, 2]. С использованием данного метода была выполнена XML-формализация более 20 методик, которые на сегодняшний день используют во всех областных подразделениях Государственной экологической инспекции Минприроды. В АСУ «ЕкоІнспектор» МВИ рассчитывают по формулам, заданным в файле МВИ непосредственно в форме «Журнал результатов измерения» в фоновом режиме и не требует отдельного интерфейса. В случае, когда необходимо настроить связь между данными формы «Журнал результатов измерения», тогда открывается соответствующая форма (рис. 2), которая позволяет задать соответствие между данными журнала и МВИ.

По нажатию кнопки «Тест по примеру» производится расчет в соответствии с заданными соответствиями. По нажатию кнопки «Открыть файл методики» открывается нормативный документ, описывающий МВИ. По данному принципу реализовывались методики выполнения измерений.

Выводы. В статье предложен новый метод автоматизации обработки данных согласно действующим методикам выполнения измерений (МВИ) параметров водных объектов и почв, который отличается от существующих новой унифицированной структурой параметров МВИ и средствами их автоматизированной обработки с использованием XML-формата. Разработан специальный редактор для идентификации XML-модели для каждого МВИ и средства для автоматизации проведения вычислений на основе этой модели. Данный метод и программное обеспечение успешно апробированы и внедрены в Госэкоинспекции большинства областей Украины и Госэкоинспекции г. Киева, Севастополя и Автономной Республики Крым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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 : Укрметртестстандарт, 2004 – 620 с.
3. Старыгин А. XML: разработка Web-приложений / А. Старыгин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 585 с.

Мокин Виталий Борисович – д. т. н., профессор, заведующий кафедрой моделирования и мониторинга сложных систем, тел.: (0432) 437722, vbmokin@gmail.com.

Боцула Мирослав Павлович – к. т. н., доцент кафедры моделирования и мониторинга сложных систем, докторант, тел.: (0432) 598477, botsula@gmail.com.

Яшолт Андрей Русланович – к. т. н., доцент кафедры моделирования и мониторинга сложных систем, тел.: (0432) 598291, yasholt@gmail.com.

Винницкий национальный технический университет.

Наукові праці ВНТУ, 2012, № 1