

интерактивного анализа данных. Экспертный уровень достигается тем, что программа сама строит статистический вывод и определяет его достоверность. На долю пользователя остается содержательная интерпретация полученного результата. Программа имеет как локальную, так и сетевую версии, последнее особенно ценно как инструмент коллективного научного творчества.

*E-mail: cfpd@amur.ru.*

УДК 004.051:004.891

**С.С. Беднаржевский**, д-р техн. наук, **А.С. Беднаржевская**, **Н.Е. Белов**,  
**А.А. Безрученко**, **С.А. Лопатин**, **Г.Н. Яровикова**  
(Сургутский государственный университет)

## **СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОЙ КАЛИБРОВКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПО НАБОРУ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Описана система компьютерной калибровки измерительных комплексов по набору государственных стандартных образцов состава веществ и материалов. Она предназначена для выполнения медико-биологических и экоаналитических исследований состава различных сред и материалов биологического происхождения.

**Ключевые слова:** анализ качества биосред, стандартные образцы, компьютерные технологии.

Получение точной и надежной информации о химическом составе веществ и материалов является актуальной задачей, которая может быть решена только с привлечением физических и физико-химических методов анализа. От качества аналитических измерений зависит достоверность медико-биологических исследований, эффективность и правильность принятия решений на их основе.

Отличительная особенность большинства аналитических методов и приборов – условность (относительность) измерений, вследствие чего при выполнении анализа возникает необходимость калибровки выходных сигналов по веществам с известным составом, а таковыми могут являться только государственные стандартные образцы (ГСО) [1]. ГСО предназначены для обеспечения единства измерений посредством использования их для следующих целей: калибровка, градуировка, аттестация и поверка средств измерений, аттестация методик выполнения измерений состава и свойств веществ и материалов. Под аттестованным значением ГСО понимают установленное при аттестации значение воспроизводимой им физической величины, характеризующей его состав или свойства. В свидетельствах на стандартные образцы, помимо аттестованных значений, приводят также погрешности аттестованных значений (абсолютные или относительные), которые учитывают, кроме погрешностей методов и средств измерений, применяемых при аттестации, также однородность и стабильность значения аттестуемой величины в течение срока действия ГСО.

Калибровка – это совокупность действий, которые устанавливают соотношение (математическую зависимость) между аттестованными значениями набора стандартных образцов (СО) и величинами, получаемыми измерительной системой при их анализе. Для калибровки экоаналитических приборов и измерительных комплексов традиционно используют линейную калибровочную функцию, которая представляет собой математическую модель, описывающую взаимосвязь результатов измерения физической величины на приборе и концентраций определяемого компонента в анализируемой пробе [2]. Такие модели строят по результатам измерений набора аттестованных стандартных образцов. Для построения калибровочных моделей были выбраны стандартизированные алгоритмы согласно ГОСТ Р ИСО 11095-2007 [3], в которых предусмотрено, что калибровочные модели имеют следующий вид:

$$y_{ij} = a + bx_i + e_{ij},$$

где  $a$ ,  $b$  – искомые коэффициенты модели, рассчитываемые по результатам измерений набора СО и его паспортным значениям;  $x_i$  – аттестованное (паспортное) значение выбранного компонента в  $i$ -м стандартном образце ( $i = 1, \dots, N$ );  $N$  – количество СО в калибровочном комплекте;  $y_{ij}$  – результат  $j$ -го измерения  $i$ -го СО ( $j=1, \dots, K_i$ );  $K_i$  – число измерений  $i$ -го СО;  $a + bx_i$  – вычисленное значение измеренной величины для  $i$ -го СО;  $e_{ij}$  – отклонение, разность между измеренной на приборе величиной  $y_{ij}$  и вычисленным по калибровочной формуле  $a + bx_i$  значением.

ГОСТ Р ИСО 11095-2007 предусматривает использование двух типов моделей. Модель 1 предполагает постоянство дисперсии отклонений результатов измерений набора СО от калибровочного графика, т.е. независимость дисперсии от аттестованных значений СО. Численный аппарат для оценки параметров модели – метод наименьших квадратов (МНК). Модель 2 используется в случае, когда дисперсии отклонений результатов измерений набора СО от калибровочного графика пропорциональны аттестованным значениям СО. Используемый математический аппарат для оценки параметров модели – взвешенный МНК.

Оценка адекватности моделей 1 и 2 производится с помощью  $F$  – критерия Фишера. Если расчетное значение  $F$  – критерия Фишера меньше табличного, то рассчитанная модель считается адекватной, если нет, то следует искать другую калибровочную функцию. Описанные алгоритмы реализованы в виде программного комплекса, доступ к которому пользователи осуществляют через Интернет по специальному паролю.

Разработанный пакет программ предназначен для автоматизации и унификации процесса калибровки измерительных комплексов, используемых при проведении медико-биологических исследований и экологического контроля качества объектов окружающей среды (почв, поверхностных и грунтовых вод, донных отложений и др.). При этом программный модуль размещается на веб-сервере, а доступ к нему пользователи получают, используя сеть Интернета. Взаимодействие между пользователем и программным продуктом осуществлялось с помощью технологии клиент-сервер [4].

Процедура построения адекватной калибровочной модели осуществляется следующим образом. Пользователь производит измерения набора стандартных образцов с известными (паспортными) значениями в 5-7-кратной повторности. Результаты измерений и паспортные значения СО пользователь через сеть Интернета вводил на сайте в таблицу предложенного формата и получал рассчитанные компьютером значения коэффициентов  $a$ ,  $b$ , т.е. искомую калибровочную модель, которую использовал в дальнейшем при выполнении собственных медико-биологических исследований. Таким образом, разработанная Интернет-технология позволяет любому пользователю, не имеющему специальных знаний в области разработки алгоритмов и программного обеспечения для компьютерного сопровождения аналитических медико-биологических исследований, осуществлять калибровку измерительных приборов по имеющимся у него результатам измерений набора стандартных образцов.

Описанная процедура калибровки измерительных комплексов может осуществляться с любого устройства (карманный компьютер, мобильный телефон и др.), имеющего выход в Интернет, что значительно расширяет возможности ее практического использования в технологиях контроля безопасности и качества объектов окружающей среды, агро- и пищевой продукции, медико-биологических исследованиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *ГОСТ 8.315-97*. Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 17с.
2. *Беднаржевский С.С., Назин А.Г., Шевченко Н.Г.* Линейная калибровка экоаналитических измерительных комплексов по набору стандартных образцов: Учеб. пособие. – Сургут: Изд-во СурГУ, 2004. – 71с.
3. *ГОСТ Р ИСО 11095-2007*. Статистические методы. Линейная калибровка с использованием образцов сравнения. – М.: Изд-во «Московский печатник», 2008. – 37с.
4. *Троелсен. Э.* Язык программирования С# 2008 и платформа .NET 3.5. – М.: Изд-во «Вильямс», 2009. – 1344 с.

*E-mail: sbed@mail.ru.*

УДК 531/534:[57+61]

**А.В. Бушманов**, канд. техн. наук, **Ю.С. Пчелинова**  
(Амурский государственный университет, Благовещенск)

### **РАЗРАБОТКА ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ВРАЧА-ТРАВМАТОЛОГА**

В статье рассматривается способ организации хранения данных в системе поддержки принятия решения, который проектируется на основе теоретико-множественного подхода с изучением информационной потребности пользователя.

**Ключевые слова:** аналитические срезы фактических данных, база данных, из-