

Компьютерный контроль параметров электронно-измерительных узлов спектрофотометра СФ-16

О.Я. Шмелёв, В.Ф. Королёв

Проблемная лаборатория молекулярной акустики, Московская государственная академия приборостроения и информатики, т. 269-43-00, e-mail: shmelyoff@newmail.ru

Рассмотрен способ уменьшения ошибок и неточностей при работе со спектрофотометром СФ-16, широко используемым в метрологических и особо точных измерениях. Разработана компьютерная программа и электронные блоки сопряжения для управления основными узлами спектрофотометра СФ-16. Автоматизация спектрофотометра способствует повышению эффективности и точности измерений, в том числе и за счет существенного уменьшения субъективных ошибок при работе с прибором.

Computer monitoring of parameters of electronic - measuring units of spectrophotometer SF-16

O.Ya. Shmelyoff, V.F. Korolyoff

Moscow State Academy of Instrument Engineering and Computer Science, Problem Laboratory of Molecular Acoustics. Stromynka 20, Moscow, Russia, e-mail: shmelyoff@newmail.ru.

The method of a diminution of errors and inaccuracies of spectrophotometer SF-16, widely used in metrological and especially point measurements is considered. The computer program and electronic interface for control of main units of spectrophotometer SF-16 are developed. The automation of spectrophotometer provides increase of efficiency and accuracy of measurements by an essential diminution of subjective errors of an operation with a gear.

Метрология: Приложение к журналу "Измерительная техника", 2004, № 8, с.16-19.

УДК 681.118:535.243

В настоящее время интенсивно развиваются и применяются компьютеризированные спектральные приборы и устройства с лазерными перестраиваемыми источниками излучения [1,2]. В тоже время не потеряли своего значения и традиционные

спектральные измерения с помощью приборов типа СФ-16, СФ-14, СФ-8 и им подобных. Данная работа предпринята с целью уменьшения ошибок и неточностей при работе со спектрофотометром СФ-16, широко используемым в метрологических и особо точных измерениях.

Известно, что основными систематическими ошибками при работе со спектрофотометром СФ-16 являются [3]:

1. Неполная компенсация темнового тока;
2. Неточная установка ширины щели монохроматора (при выборе 100% пропускания).

Подобные ошибки могут быть компенсированы методом двух эталонов [4,5] в силу линейной связи между показаниями отсчетного потенциометра и истинными значениями светопропускания образца. Однако этот метод применим только в случае двух эталонных образцов, измеренных предварительно на более точном приборе, показания которого практически можно считать истинными. К систематическим ошибкам, вызывающим нелинейную зависимость между показаниями отсчетного потенциометра и истинными значениями светопропускания образца относятся: конечная ширина щелей монохроматора; рассеянный свет в монохроматоре; флюоресцирующие образцы; преломление света на поверхности образца; отражение света от поверхности образца; нелинейность приемно-усилительного тракта; эксцентриситет и другие погрешности отсчетного потенциометра.

Известно, что метод двух эталонов позволяет уменьшить вышеперечисленные ошибки. Но этот метод не всегда доступен (например, в силу отсутствия точных приборов). Кроме того, он

весьма трудоемок и не может устранить многие возникающие погрешности и ошибки при измерениях.

Для максимального устранения ошибок измерения светопропускания образцов необходим постоянный контроль за параметрами самого спектрофотометра. В первую очередь это относится к следующим величинам: темновой ток фотоэлемента, ток стабилизатора, температура блока приемников излучения (влияет на параметры фотоэлементов), интенсивность источника излучения, коэффициент передачи и линейность усилителя. Применение компьютера совместно со спектрофотометром СФ-16 позволяет с той или иной степенью точности учесть возникающие погрешности в измерении спектров пропускания объектов.

Компьютерное обеспечение прибора позволяет производить цифровой контроль условного нуля отсчетной системы в режимах: компенсации темнового тока; установки 100% пропускания; измерения коэффициента пропускания образца. Это приводит к повышению точности установки условного нуля и, следовательно, к увеличению надежности измерений коэффициента пропускания. Цифровой контроль осуществляется путем снятия показаний напряжений со штатного индикатора нуля спектрофотометра. Измеренная величина напряжения становится исходной при выводе на нуль системы в режиме установки 100% пропускания на данной длине волны. Аналогичные действия производятся и для снятия показаний с отсчетного потенциометра при измерении светопропускания образца. Вместе с тем реальная точность измерений определяется рядом внешних параметров, в которых производится регистрация спектра: электромагнитные помехи, вибрации и температурные эффекты.

Цифровой контроль установки условного нуля отсчетной системы позволяет уменьшить возможные ошибки при снятии показаний и дает возможность оценивать временной уход параметров спектрофотометра более оперативно и определять необходимость их компенсации.

Поскольку при измерении нуля с помощью АЦП производится программное усреднение показаний (методом скользящего среднего), то уменьшается флуктуационная ошибка, связанная с шумовой составляющей фототока.

Для манипуляции узлами спектрофотометра, связанными с отсчетными устройствами – поворотным механизмом призмы и измерительным потенциометром шкалы пропускания, применяются шаговые двигатели (типа ДШИ-200), управляемые компьютером. Информация с миллиамперметра нуля-индикатора отсчетного устройства вводится в компьютер при помощи аналого-цифрового преобразователя (АЦП) типа Ф7077М. Всё это позволяет считывать данные о длине волны, показаниях нуля-индикатора и коэффициенте пропускания непосредственно в цифровом виде с экрана компьютера. Таким образом, уменьшаются погрешности измерений, обусловленные субъективными факторами. Кроме того возможна автоматизация процесса регистрации результатов измерений.

Порядок работы со спектрофотометром в основном остается прежним, но вместо ручной перестройки шкалы длин волн и отсчетного потенциометра применяется их программная, при помощи компьютера, настройка. Для учета нелинейной связи шкалы длин волн и угла поворота призмы в программе применяется аппроксимация этой зависимости эмпирической формулой. Вид и параметры зависимости подобраны методом

наименьших квадратов на основе штатной шкалы прибора при помощи программы [6]. Привязка к абсолютным значениям длины волны осуществляется по нескольким характерным спектральным линиям ртутно-гелиевой лампы ДРГС-12. Поскольку шкала пропускания прибора имеет линейную связь с углом поворота отсчетного потенциометра, то получение цифровых данных в компьютере не вызывает затруднений. Здесь в качестве опорных точек используются калиброванные светофильтры.

Контроллер шаговых двигателей представляет собой составные транзисторные ключи, управляемые от параллельного порта компьютера. АЦП Ф7077М подключается также к параллельному порту компьютера посредством лишь кабеля, доработок никаких не требуется. Для управления шаговыми двигателями и ввода данных с АЦП написана специальная программа. Программа работает в Windows 95/98, имеет размер всего 260 кб и доступна для ознакомления в интернет [7].

Температурная стабилизация образцов и блока фотоэлементов спектрофотометра, в случае необходимости, осуществляется модернизированным электронным терморегулятором [8]. Терморегулятор дополнительно снабжен блоком сопряжения с компьютером и полностью программно управляем. Для измерения температуры исследуемых объектов применяется кварцевый преобразователь температура-частота [9] обеспечивающий разрешающую способность порядка 0,001 К.

Литература

1. Du Q., Superfine R., Freysz E., Shen Y.R. Phys. Rev. Lett., 1993, 70, p. 2313.

2. Wei X. Miranda P., Shen Y.R. . Phys. Rev. Lett., 2001, 86, № 8, p. 1554.
3. Тарасов К.И. Спектральные приборы. Л.: Машиностроение, 1968.
4. Алексеева К.Г. Оптико-механическая промышленность, 1958, № 8, с.44.
5. Колядин К.И., Алексеева К.Г. Оптико-механическая промышленность, 1959, № 9, с.43.
6. TableCurve 2D 5.01. Интернет: <http://www.systat.com/products>
7. Шмелёв О.Я. Автоматизация научных исследований. Интернет: <http://shmelyoff.nm.ru> <http://shmelyoff.by.ru>
8. Баклагин А.С., Шмелёв О.Я. Приборы и техника эксперимента 1983, N 5, с.156-159.
9. Шмелёв О.Я., Прокопьев В.И. Приборы и техника эксперимента 1985, N 5, с.209-210.