

**Комп'ютерно-вимірювальна система для вивчення оптичних характеристик світлорозсіювальних середовищ**

Рассмотрен один из технологических подходов создания оптических компьютерно-измерительных систем. Предложена конкретная реализация такой системы и программные средства для ее функционирования. Система реализована на ПЭВМ типа IBMPC в комплексе с многофункциональным спектрофотометром.

One of the approaches to technology of creating optical computer-measuring systems is considered. A concrete implementation of such system and a software for its operation are suggested. This system is realized on IBM PC- type PC complete with a multipurpose pose spectrophotometer.

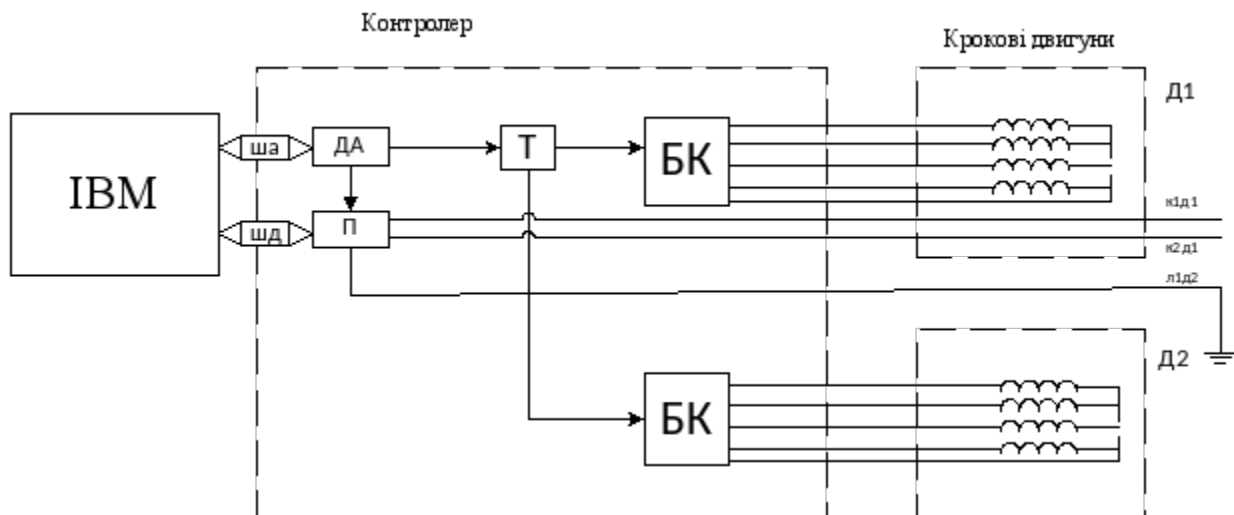
Розглянуто один з технологічних підходів створення оптичних комп'ютерно-вимірювальних систем. Запропоновано і конкретну реалізацію такої системи та програмні засоби для її функціонування. Систему реалізовано на ПЕОМ типу IBMPC в комплексі з багатофункціональним спектрофотометром.

Швидкі темпи комп'ютеризації людської діяльності привели до того, що сьогодні комп'ютери і, насамперед, персональні ЕОМ є незамінним атрибутом найрізноманітніших технічних комплексів. Це стосується і сучасних систем управління і збору даних, контрольно-вимірювального і лабораторного устаткування, тобто — будь-яких комплексів, основною задачею яких є обробка і інтерпретація інформації, яка надходить від давачів різного призначення [1]. Насамперед, цей процес торкнувся праце містких процесів, до яких можна віднести і оптичні дослідження. В оптиці світлорозсіяння задача складності вимірювань вирішується двома шляхами. Перший і найпоширеніший за кордоном — використання аналізаторів, в які вмонтовано спеціалізовані мікропроцесори (МП) і контролери. Другий шлях розв'язання цієї задачі — побудова комп'ютерно-вимірювальної системи, в якій більша частина роботи виконується програмним методом.

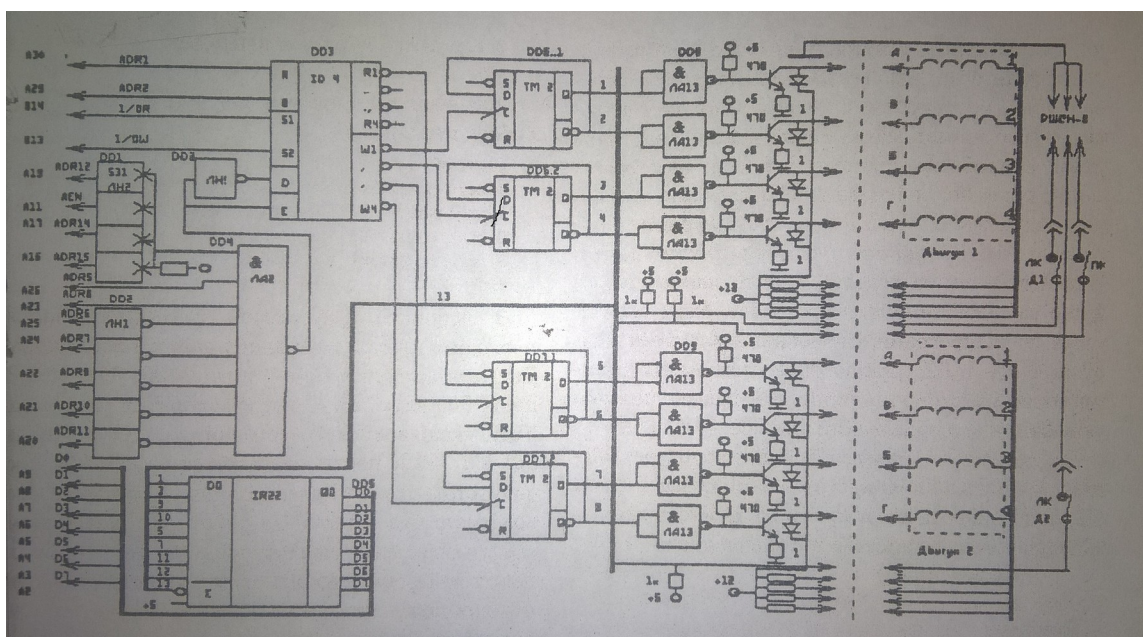
Для України, за відсутності випуску систем першого типу, важливим питанням є побудова комп'ютерно-вимірювальних засобів другого типу на основі існуючого устаткування. Так, в спектрофотометрії вимірювальні засоби, зокрема, спектрофотометри є наявними в достатній мірі. Тому перед розробниками та користувачами будь-якої подібної системи стоїть задача адекватного узгодження пристроїв, які сприймають інформацію від давачів різного типу, з персональним комп'ютером; що є центральним вузлом такої системи і виконує задачі координації роботи пристрою, обробки отриманої інформації і видачі її користувачу в найзручнішій для нього формі. Складність реалізації інтерфейсних засобів полягає, головним чином, в тому, що давачі і інші чутливі пристрої, як правило, мають неоднакові виходи і для підключення до обчислювального обладнання необхідно використовувати (або створювати) спеціальні схеми перетворення сигналів, узгоджувальні пристрої, кодуєчі перетворювачі і т.ін. [2].

Враховуючи наведені проблеми, автори розробили установку для дослідження цілої низки світлорозсіюючих об'єктів у широкому спектральному та температурному діапазонах [3], яка та отримала назву комп'ютеризованого багатофункці- ст онального спектрофотометра (КБСФ). За допомо- 13 гою цієї установки можна виконувати вимірюван- ад ня та дослідження отриманих результатів в авто- дв матичному режимі. до

Система комп'ютерного управління (СКУ) багатофункціональним спектрофотометром призначена для автоматизованого керування процесами хв вимірювань, виконуваних для дослідження оптичних характеристик світлорозсіювальних матеріалів. Вона складається з таких основних частин на (мал. 1): контролер СКУ, крокові двигуни типу АКД ро 200-3, кінцеві вимикачі, програмне забезпечення.



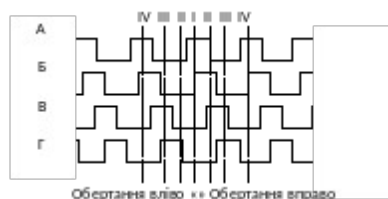
Мал. 1. Блок-схема КБСФ



при- Мал. 2. Принципова електрична схема контролера СКУ

Контролер СКУ являє собою стандартну плату низки з ламельним з'єднувачем для встановлення в системну шину IBM комп'ютерів (мал. 2). На елементах DD1-DD4 зібрано адресний дешифратор, який створює умови для запису в порти за адресами 130, 132, 134, 136 і читати регістр стану DD5 за адресою 130. Записи в портах 130, 132 керують авто-двигуном Д1, обертання якого спричинює зміни довжини хвилі в спектрофотометрі, а записи в портах 134, 136 керують двигуном Д2, що зумовлює встановлення відповідної для певної довжини месами хвилі висоти вихідної щілини.

Діаграму роботи крокового електродвигуна показано на мал. 3. Високий рівень сигналу означає наявність струму у відповідній обмотці. Значення / АКД розрядів регістра стану: D0 — A1, D1 — B1, D1 — D3 — K1л, D4 — A2, DS — B2, D6, D1 — I K2л, де A1, B1 — значення прямих виходів тригерів DD6 управління двигуном Д1; K1л, K1л — сигнали, що надходять з кінцевих вимикачів двигуна Д1 за його наближення до межі шкали під 3е обертання вправо чи вліво; A2, B2 і K2л — ті ж сигнали для двигуна Д2. Через з'єднувач ХР1-РШ2Н-16 контролера підключаються двигуни Д1 та Д2 і їх кінцеві вимикачі відповідно. За таких Умов кожний кінцевий вимикач нормально замкнений, а на вхід регістра стану подається логічний нуль — «0». За умов спрацювання кінцевого вимикача він розмикається і у відповідному розряді регістра стану з'являється логічна одиниця — «1». Для управління обмотками крокових електродвигунів Д1 і Д2 використано транзистори КТ972, які мають значний коефіцієнт підсилення



Мал. 3. Діаграма робота крокового електродвигуна

Пакет програм, розроблений для комп'ютеризованого спектрофотометра на мові програмування TURBO-PASCAL 7.0 є універсальним засобом для дослідження властивостей світлорозсіювальних матеріалів за допомогою описаного пристрою. Створена програма забезпечує зчитування цифрових даних з виходу аналого-цифрового перетворювача (АЦП) із занесенням їх у спеціально створені файли для подальшої обробки, та приймає на себе функції управління кроковими двигунами Д1 і Д2, які змінюють довжину хвилі та ВИСОТ} вихідної щілини спектрофотометра відповідно. При дослідженні трансформації світлового поля світлорозсіювальними матеріалами та конусними оптичними системами на автоматизованій моделюючій установці розроблена система дозволяє виконувати запис оптичної інформації у сформовані файли, яка надходить з АЦП, і керувати кроковими двигунами Д1 і Д2, які пересувають оптичний зонд в горизонтальній та вертикальній площинах відповідно за відомими методиками [4]. Вона

складається із: підпрограми управління кроковими двигунами Д1 і Д2; підпрограми зчитування отриманих результатів і занесення їх у спеціально створені файли для подальшого аналізу.

За допомогою наведених далі процедур здійснюється управління кроковими двигунами Д1 і Д2, які змінюють довжину хвилі та висоту вихідної щілини спектрофотометра відповідно:

```
procedure rightd2:
```

```
var a, b: byte;  
begin  
b := port[$130];  
b := (b and $30);
```

```
case b of
```

```
$10: begin port[$136] := a; delay(30); end;  
$20: begin port[$136] := a; delay(30); end;  
0: begin port[;134] := a; delay(30); end;  
$30: begin port[$134] := a; delay(30); end;  
end;  
end.
```

За допомогою процедури rightdl двигун Д2 обертається вправо. Для обертання цього ж двигуна вліво оператор вибору має вигляд:

```
case b of
```

```
$10: begin port[$134] := -a; delay(30); end;  
$20: begin port[$ 134] := a; delay(30); end;  
0: begin port[$136] := a; delay(30); end;  
$30: begin port[$136] := a; delay(30); end;  
end.
```

За допомогою процедури rightdl двигун Д1 обертається вправо.

```
procedure rightdl;
```

```
var x, y: byte;  
j, dl: integer;  
begin  
for j := 1 to 505 do  
begin
```

```
x := port[$130], x := (x and 3);  
case x of  
begin port[$ 132] = y, delay(160); end;  
begin port[$ 132] = y, delay(160); end;  
begin port[$ 130] = y, delay(160); end;  
3: begin port[$130] := y, delay(160); end;  
end.
```

Для обертання цього ж двигуна вліво оператор вибору має вигляд: '»

```
case b of
```

```
1: begin port[$130] := a, delay(60); end;  
2: begin port[$130] := a, delay(60); end;  
0: begin port[$132] := a, delay(60); end;  
3: begin port[$132] := a, delay(60); end;  
end.
```

З допомогою процедури procedure Read\_V проходить процес зчитування даних з вольтметра. Відбувається опитування портів 300, 301, 302. З порту 300 надходить синхроімпульс на вольтметр. Тоді, якщо вольтметр готовий до роботи, то на 301-й і 302-й порти передається інформація про еП(4 силу струму в двійково-десятковій формі. Якщо вольтметр був готовий до роботи, то результатом роботи наведеної далі процедури буде число в десятковій формі, що відповідає силі струму в колі фотопомножувача. В іншому випадку результатом процедури буде 0.

```
procedure Read_V( var s: integer);
```

```
{* s — показання табло вольтметра в десятичній формі *}  
{* порты 300 — строб записи информационных регистров*}  
{*301— флаги *}  
{*302 — *}  
{*303 — младший байт *}  
{*304 — старший байт *}  
{* 305 — •}
```

```
var
```

```
regim, byte1, byte2, strob, rl, r2, nil, n23, kl2, k24: byte; nl2, n24: integer,
```

```
out: boolean; si: real;
```

```
begin
```

```

strob := port[$ 300], {строб записи информациок. регистров} { * проверяет готовность вольтметра * } regim := port[$
301]; { флаги } r1 := (regim shr 4) and $0F; r2 := regim and $0F; case r1 of
2,4,6, 8,10; 12,14, 16: begin
case r2 of
0,1,2, 3,4, 5, 6, 7 : out: = true; else
out: =false; s : = 0,
end; l
end;
else
s: = 0;
out: = false;
end;
if out
then
{ * читает дат Dbie с вольтметра * } begin
byte l : - port[$303]; { младший байт }
byte2 := port[S304]; { старший байт }
n1 := bytel and OF,
k12 := (bytel shr4)and OF,
n12 := k12*10;
n23 := byte2 and SOF;
k24 := (byte2 shr 4) and SOF;
n24 := k24*10;
s := (n12 + n23)*100 + n12 + nil; si := s/10; si := int(si);
s := round(si);
s := s*10;

```

Розроблена ОКВС дозволяє проводити вимірювання оптичних параметрів світлорозсіювальних матеріалів в спектральному діапазоні в межах 300-1200 нм з інтервалом в 10 нм. Робочий температурний інтервал Т= 80-473 К.

Джерелами систематичних похибок при вимірюванні оптичних параметрів на розробленій оптичній комп'ютерно-вимірювальній системі для кульового спектрофотометра є такі фактори:

- втрати променевого потоку на технологічних отворах сфери,
- відхилення властивостей внутрішнього покриття сфери від ідеального розсіювача;
- зміни внутрішньої поверхні сфери;
- похибки, пов'язані з виливом на зразок дестабілізуючих природних факторів (зміна температури, тиску);
- похибки, пов'язані з реєстрацією вихідного сигналу приймально-реєструвальною системою.

Похибки, пов'язані з втратою променевого по-4 току на отворах сфери, з врахуванням розмірів сфери і вхідного отвору, при вимірюванні спектро-іфотометричних параметрів становлять для розсіюючих об'єктів не більше 1.3%. Похибки, що виникають через відмінності поглинаючої поверхні сфери в процесі вимірювання, враховано конструкцією самої сфери. Однорідність внутрішнього то покриття сфери було досягнуто нанесенням тон-кого шару (1-1.5 мм) MgO, який був («нескінченно» товстим для всієї робочої ділянки спектра 1(300-1200 нм). Можливі неточності в результаті вимірювання, викликані дією на зразок природних факторів, компенсувалися за допомогою системи терморегуляції. Згадана система створює умови для підтримки термодинамічної стабільності зразка в середині сфери і зміни його температури з точністю до 0.1 К. Можливі похибки приймально-реєструвальну системи набувають значень, які лежать в межах 1-3%. Приймавши до уваги всі перераховані фактори, сумарна похибка складатиме 1-4.5%. Але, якщо ввести відповідні поправки, то отримані результати на ОКВС відповідатимуть вимогам сучасної спектрофотометрії світлорозсіюючих середовищ.

Розроблена оптична комп'ютерно-вимірювальна система має низку переваг. По-перше, за досить короткий термін в автоматичному режимі можна отримати всю необхідну інформацію про світлове поле, трансформоване світлорозсіювальними матеріалами та конусними оптичними системами. По-друге, якщо програму розраховано на знайдення миттєвих параметрів, тоді легко розрахувати всі інші, пов'язані з ними. Наприклад, знайшовши спектральний коефіцієнт поглинання а світлорозсіюючого середовища, можна одночасно отримати значення показника поглинання середовища за розрахунковою формулою:  $m_a = -(1/L) (L - a)$ . По-третє, отриману оптичну інформацію про досліджуване середовище можна подати у будь-якій зручній для експериментатора (користувача) формі: у вигляді графіків, таблиць, діаграм тощо.

1. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC. / Под ред. У. Томкинса. Дж. Уэбстера. — М.: Мир. 1992. — 592 с.
2. Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления. — М.: Энергоатом-издат, 1987. — 200 с.
3. Петрук ВТ. Разработка методов и средств контроля оптических характеристик неоднородных светорассеивающих сред: Дис.... канд.техн. наук. — Винница, 1991. — 173 с.
4. Смолинский Е.С., Гаркугиевский В.С. Передача, прием и преобразование оптической информации с помощью кошеных систем У/ Фотоэлектроника: Респ. НТ сб — Одесса: ОГУ. — 1988. — Js^ 2 — С 82-88.

Поступила 8.02.98 Тел. для.  
справок: (0432) 444)4-39 (Винница) (Д А.Д.  
Слободязшк, В.С. Гаркчшевский. В.Г.  
Петрук, Н.А. Томчук. 1998