



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4364835/25

(22) 11.11.87

(46) 15.02.91. Вул. № 6

(72) А.Г.Драков, Ю.И.Петин, В.В.Ры-
бак, Р.Л.Супьдин и В.Г.Бородин

(53) 621.381 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 817488, кл. G 01 J 1/44, 1979.

Авторское свидетельство СССР
№ 1200137, кл. G 01 J 1/44, 1984.

(54) ФОТОМЕТР

(57) Изобретение относится к оптико-
электронному приборостроению и может
быть использовано при фотометрических
измерениях в медицине, химической,
пищевой и других отраслях промышлен-
ности. Целью изобретения является по-
вышение точности и информативности
измерений. Для этого в состав опти-

ческого блока введены устройства об-
разования рабочего и контрольного
световых потоков, формирователь кода
углового положения диска модулятора,
устройство автоматического перемеще-
ния светофильтров, выполненное в ви-
де диска с размещенным по окружности
набором светофильтров, снабженного
приводом со схемой управления и фор-
мирователем кода углового положения
диска, а схема ввода-вывода дополне-
на двумя входами и одним выходом в
блоке управления. Изобретение позво-
ляет компенсировать изменения пара-
метров общих элементов оптического
тракта рабочего и контрольного путей
за время между калибровкой и изме-
рением, в том числе источника света
и светофильтров, а также автомати-
зирует процесс установки и смены све-
тофильтров. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.

Изобретение относится к оптико-
электронному приборостроению и может
быть использовано при фотометрических
измерениях в медицине, химической,
пищевой и других отраслях промышлен-
ности.

Целью изобретения является повы-
шение точности и информативности из-
мерений.

На чертеже представлена структур-
ная схема фотометра.

Фотометр содержит оптический блок
1, установленный перед блоком 2 фо-
топриемника, выход которого через
калибровочный усилитель 3 соединен

с первым входом аналого-цифрового
преобразователя 4, второй вход кото-
рого соединен с первым выходом, а
выход - с первым входом блока 5
управления, схему 6 цифрового управ-
ления коэффициентом усиления, выхо-
дом соединенную с входом управле-
ния калибровочного усилителя 3, а
входом - с вторым выходом блока 5 уп-
равления, выполненного из процессора
7, запоминающего устройства 8, тай-
мера 9, генератора 10, табло 11 инди-
кации, клавиатуры 12, схемы 13 свя-
зи с индикацией и клавиатурой, схемы
14 ввода-вывода и шины 15 интерфейса,

(19) SU (11) 1627859 A1

через которую соединены друг с другом процессор 7, запоминающее устройство 8, таймер 9, схема 13 связи с индикацией и клавиатурой и схема 14 ввода-вывода, причем табло 11 индикации соединено с выходом, а клавиатура - с входом схемы 13 связи с индикацией и клавиатурой, первый выход генератора 10 соединен с тактирующим входом процессора 7, а второй выход - с входом таймера 9, выход которого является четвертым выходом блока 5 управления и соединен с входом управления АЦП 4, первый, второй, третий входы и первый, второй и третий выходы схемы 14 ввода-вывода являются одноименными входами и выходами блока 5 управления. Оптический блок 1 выполнен из последовательно установленных источника 16 света, устройства 17 образования рабочего и контрольного лучей, модулятора 18, устройства 19 совмещения лучей и устройства 20 автоматического перемещения светофильтров, выполненного в виде диска 21 с размещенными по окружности набором светофильтров 22 (на чертеже показан набор из 8 светофильтров), снабженного приводом 23 со схемой 24 управления, вход которой одновременно является входом устройства 20 и дополнительным входом оптического блока 1 и соединен с третьим выходом блока 5 управления, и формирователя 25 кода углового положения диска 21, выход которого является одновременно выходом устройства 20 и вторым дополнительным выходом оптического блока 1 и соединен с третьим входом блока 5 управления, формирователя 26 кода углового положения модулятора 18, выход которого является первым дополнительным выходом оптического блока 1 и соединен с вторым входом блока 5 управления. В состав оптического блока 1 входит и кювета 27 для исследуемого образца. Формирователи 25 и 26 выполнены идентичными, состоящими из последовательно размещенных источника 28 излучения, кодовых отверстий 29 по окружности модулятора 18 и диска 21 соответственно, приемника 30 излучения и усилителя 31, выход которого является выходом формирователя.

Блок 2 фотоприемника выполнен из последовательно установленных фото-

преобразователя 32 и предварительного усилителя 33.

Устройство 17 образования рабочего и контрольного лучей может быть выполнено в виде полупрозрачной пластины, разделяющей световой поток источника 16 на два луча, и отражающего зеркала, изменяющего направление контрольного луча. Устройство 19 совмещения лучей может содержать отражающее зеркало, направляющее контрольный луч на полупрозрачную пластину, совмещающую два луча. Привод 23 может быть выполнен в виде двигателя постоянного тока с редуктором. Схема 24 управления приводом может быть выполнена в виде последовательно соединенных триггера и коммутатора напряжения питания двигателя.

Схема 6 цифрового управления коэффициентом усиления может быть выполнена в виде цифрового управляемого сопротивления, включенного на входе или в цепи обратной связи калибровочного усилителя 3.

Фотометр работает следующим образом.

В исходном состоянии в запоминающем устройстве 8 записаны программы, соответствующие выполняемым функциям прибора. "Калибровка", "Измерение пропускания", "Измерение оптической плотности". С помощью клавиатуры 12 через схему 13 связи с индикацией и клавиатурой и шину 15 интерфейса в запоминающее устройство 8 занесены коды значений длин волн λ ; излучения: фона, λ_0 , и исследуемых компонентов, $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, выработанных при нажатии соответствующих клавиш клавиатуры 12.

Работа процессора 7 синхронизируется сигналами с первого выхода генератора 10. На вход управления АЦП 4 с выхода таймера 9 поступают импульсы с второго выхода генератора 10 с частотой, определяемой коэффициентом деления частоты, записанным в таймер 9 процессором 7 через шину 15 интерфейса. Коэффициент усиления K_u калибровочного усилителя установлен минимальный, равный 1.

Диск 21 установлен в произвольное положение. Световой поток источника 16 устройством 17 разделяется на рабочий и контрольный лучи. Далее устройством 19 лучи совмещаются. На

светофилт্রে 22, установленном на диске 21, производится выделение спектрального интервала светового потока источника 16, соответствующего длине волны пропускания светофилтра, который затем поступает на блок 12 фотопреобразователя. Световые потоки каждого луча модулируются модулятором 18 так, что они попадают на блок 2 фотопреобразователя в разное время и, кроме того, между ними имеются промежутки, в которые свет от источника 16 не попадает на блок 2, состоящий из преобразователя 32 и предварительного усилителя 33.

На фотопреобразователе 32 световой поток преобразуется в электрический сигнал и усиливается предварительным усилителем 33, а затем поступает на калибровочный усилитель 3. В оптический канал помещают образец, пропускание которого принимается за 100%, и нажимают клавишу "Калибровка" клавиатуры 12. При этом вырабатывается соответствующий код, по которому процессор 7 переходит к выполнению программы "Калибровка".

Сначала процессор 7 через шину 15 извлекает из запоминающего устройства 8 код и выполняет установку светофилтра 22 с длиной волны пропускания λ_0 следующим образом. Через шину 15, схему 14 ввода-вывода подает команду запуска на схему 24 управления приводом 23. Диск 21, связанный с приводом 23, начинает вращаться. При пересечении кодовыми отверстиями 29 диска 21 излучения источника 28 на выходе приемника 30 образуются импульсы тока, которые усилителем-ограничителем 31 усиливаются, приводятся к уровню логических сигналов и с выхода формирователя 25 в виде последовательного кода углового положения диска 21 поступают на третий вход блока 5 управления на одноименный вход схемы 14 ввода-вывода, далее через шину 15 в процессор 7. В процессоре 7 поступающий код сравнивается с кодом углового положения диска 21, соответствующего установке светофилтра 22 с длиной волны пропускания λ_0 , и при их совпадении на схеме 24 управления приводом 23 через схему 14 и шину 15 подается команда останова, что вызывает остановку вращения диска 21.

При непрерывном вращении модулятора 18 аналогично на выходе формирователя 26 формируется последовательный код углового положения модулятора, который через схему 14 ввода-вывода и шину 15 поступает в процессор 7. При поступлении кода, соответствующего пропусканию рабочего луча, процессор 7 переходит к масштабированию напряжения на входе АЦП 4 следующим образом.

На второй вход АЦП 4 процессор 7 через шину 15 и схему 14, ее первый выход, подает сигнал запуска. По этому сигналу АЦП 4 под воздействием импульсов тактовой частоты, поступающих на его вход управления, выполняет преобразование напряжения $U_{АЦП}$, поступающего на его вход. По окончании преобразования АЦП 4 формирует сигнал "Конец преобразования", который с выхода АЦП через схему 14, шину 15 поступает в процессор 7. По этому сигналу процессор через шину 15 и схему 14 считывает код преобразованного сигнала $N_{АЦП}$ и анализирует его. Если $N_{АЦП}$ меньше половины максимального кода АЦП $N_{АЦП\max}$ на вход схемы 6 цифрового управления коэффициентом усиления процессор через шину 15, схему 14, ее второй выход, выдает код коэффициента усиления $K_{У1}$ ($K_{У1} = 1, 2, \dots$), при котором напряжение $U_{АЦП}$ увеличивается до величины

$$\frac{U_{оп}}{2} \leq U_{АЦП} < U_{оп}$$

где $U_{оп}$ — опорное напряжение АЦП.

На этом масштабирование завершается, и процессор переходит к измерению напряжения следующим образом. Запускает АЦП 4 повторно и по окончании преобразования принимает код N_1 , причем

$$N_1 = \frac{K_{У1}}{K_{оп}} [S(\lambda_0) \cdot \Phi_{рк}(\lambda_0) + U_{ок}], \quad (1)$$

где $S(\lambda_0)$ — коэффициент преобразования блока фотоприемника;

$\Phi_{рк}(\lambda_0)$ — световой поток рабочего луча, падающий на блок фотоприемника в момент калибровки;

$U_{ок}$ — напряжение смещения, не зависящее от светового потока источника, определяемое темновым током фотопреобразователя, посторонней засветкой,

смещением нуля элементов электронного тракта, в момент калибровки.

После этого процессор 7 переходит в режим ожидания прихода кода углового положения модулятора, соответствующего перекрытию рабочего и контрольного потоков, с приходом которого АЦП 4 по команде процессора 7 выполняет измерение напряжения смещения, при этом коэффициент усиления остается предыдущим, и получает код N_2 .

$$N_2 = \frac{K_{y1}}{U_{on}} \cdot U_{ок} \quad (2)$$

Процессор устанавливает исходное значение коэффициента усиления $K_y = 1$ и переходит в режим ожидания кода углового положения модулятора, соответствующего пропусканию контрольного луча. По приходе контрольного луча процессор аналогично описанному для рабочего луча получает коды N_3 и N_4 для контрольного луча:

$$N_3 = \frac{K_{y2}}{U_{on}} [S(\lambda_0) \cdot \Phi_{кк}(\lambda_0) + U_{ок}] \quad (3)$$

$$N_4 = \frac{K_{y2}}{U_{on}} \cdot U_{ок}; \quad (4)$$

где $\Phi_{кк}(\lambda_0)$ - световой поток контрольного луча, падающий на блок фотоприемника, в момент калибровки;

K_{y2} - коэффициент усиления, установленный при масштабировании.

Процессор устанавливает исходное значение коэффициента усиления $K_y = 1$ и вычисляет калибровочную величину $\Phi_{кк}(\lambda_0)$ для длины волны λ_0

$$N_k(\lambda_0) = \frac{K_{y2}(N_3 - N_2)}{K_{y1}(N_3 - N_4)} = \frac{\Phi_{рк}(\lambda_0)}{\Phi_{кк}(\lambda_0)} \quad (5)$$

Описанную последовательность действий процессор выполняет для всех остальных заданных длин волн излучения λ_i ($i \neq 0$), и получает $N_k(\lambda_i)$ для соответствующих длин волн

$$N_k(\lambda_i) = \frac{\Phi_{рк}(\lambda_i)}{\Phi_{кк}(\lambda_i)} \quad (6)$$

На этом выполнение программы "Калибровка" заканчивается, и процессор 7 переходит к состоянию ожидания поступления с клавиатуры 12 нового кода нажатой клавиши.

Если после этого нажата клавиша "Измерение пропускания", процессор переходит к выполнению программы "Измерение пропускания" (при выполнении этой программы в канале рабочего луча должен быть размещен исследуемый образец).

Сначала аналогично описанному процессу для программы "Калибровка" для всех введенных длин волн λ_i ($i = 0, 1, \dots, n$) процессор получает значения калибровочных величин $N_k(\lambda_i)$:

$$N_k(\lambda_i) = \frac{\Phi_{рк}(\lambda_i)}{\Phi_{кк}(\lambda_i)}, \quad (7)$$

где $\Phi_{рк}(\lambda_i)$ - световой поток рабочего луча в момент измерений;

$\Phi_{кк}(\lambda_i)$ - световой поток контрольного луча в момент измерений,

затем вычисляет значения пропускания исследуемого образца, $T(\lambda_i)$ без учета фона

$$T(\lambda_i) = \frac{N_k(\lambda_i)}{N_k(\lambda_0)} = \frac{\Phi_{рк}(\lambda_i)}{\Phi_{рк}(\lambda_0)} \cdot \frac{\Phi_{кк}(\lambda_0)}{\Phi_{кк}(\lambda_i)} \quad (8)$$

и значение пропускания T_i с учетом фона

$$T_i = \frac{T(\lambda_i)}{T(\lambda_0)}, \quad i \neq 0 \quad (9)$$

Полученное значение пропускания T_i процессором 7 через шину 15 и схему 13 выводится на табло 11 индикации.

Как следует из приведенных формул (8) и (9) в отличие от прототипа значение пропускания T_i не зависит от напряжения смещения, определяемого генератором тока фотопреобразователя, посторонней засветкой и смещением нуля элементов электронного тракта, изменения коэффициента преобразования блока фотоприемника за время между калибровкой и измерением и учитывает пропускание фона. При

этом член $\frac{\Phi_{кк}(\lambda_i)}{\Phi_{кк}(\lambda_0)}$ выражения (8) компенсирует изменение параметров общих элементов оптического тракта рабочего и контрольного лучей за время между калибровкой и измерением, в том числе источника света и светофильтров, вносящих наибольшую погрешность в результат измерений.

Таким образом, введение в состав оптического блока устройства образо-

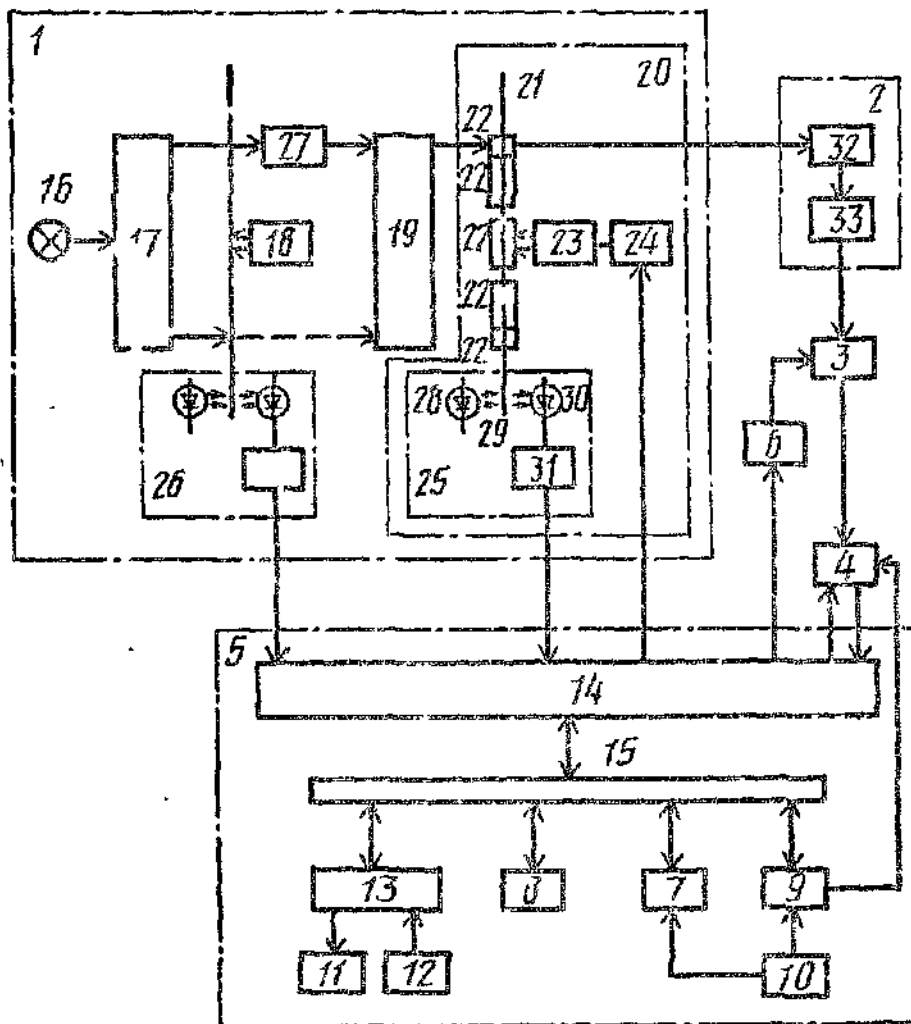
вания рабочего и контрольного лучей, модулятора с формирователем кода углового положения, устройства совмещения лучей и устройства автоматического перемещения светофильтров, выполненного в виде диска с размещенным по окружности набором светофильтров, снабженного приводом со схемой управления, и формирователя кода углового положения диска, а также снабжение схемы ввода-вывода блока управления дополнительными двумя входами и одним выходом позволяет повысить точность измерений и автоматизировать процесс установки и смены светофильтров для предлагаемого фотометра.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Фотометр, содержащий оптический блок, включающий источник света и кювету для исследуемого образца, блок фотоприемника, калибровочный усилитель, схему цифрового управления коэффициентом усиления, аналого-цифровой преобразователь и блок управления, содержащий процессор, запоминающее устройство, таймер, генератор, схему ввода-вывода, схему связи с индикацией и клавиатурой, табло индикации, клавиатуру и шину интерфейса, причем вход блока фотоприемника оптически связан с выходом оптического блока, а выход через калибровочный усилитель соединен с первым входом аналого-цифрового преобразователя, второй вход которого соединен с первым выходом блока управления, а выход - с первым входом блока управления, выход схемы цифрового управления коэффициентом усиления соединен с входом управления коэффициентом усиления калибровочного усилителя, а вход - с вторым выходом блока управления, через шину интерфейса соединены друг с другом процессор, запоминающее устройство, таймер, схема ввода-вывода и схема связи с индикацией и клавиатурой, с выходом которой соединено табло индикации, а с входом - клавиатура, первый выход

генератора соединен с входом таймера, первый и второй выходы и первый вход схемы ввода-вывода являются одноименными входами и выходами блока управления, отличающийся тем, что, с целью повышения точности и информативности измерений, в оптический блок дополнительно введены последовательно установленные за источником света устройство формирования рабочего и контрольного лучей, модулятор с формирователем кода углового положения, устройство совмещения лучей и набор светофильтров с устройством их автоматического перемещения, а схема ввода-вывода дополнительно снабжена вторым и третьим входами и третьим выходом, являющимися одноименными входами и выходами блока управления, причем выход формирователя является первым дополнительным выходом оптического блока и соединен с вторым входом блока управления, выход устройства автоматического перемещения светофильтров является вторым дополнительным выходом оптического блока и соединен с третьим входом блока управления, вход управления устройством автоматического перемещения светофильтров является дополнительным входом оптического блока и соединен с третьим выходом блока управления, второй выход генератора соединен с тактирующим входом процессора, второй выход таймера является четвертым выходом блока управления и соединен с входом управления аналого-цифрового преобразователя.

2. Фотометр по п. 1, отличающийся тем, что устройство автоматического перемещения светофильтров выполнено в виде диска с размещенным по окружности набором светофильтров, снабженного приводом со схемой управления и формирователем кода углового положения, причем вход схемы управления является входом управления устройства, а выход формирователя кода углового положения является выходом устройства.



Составитель А. Ястребов

Редактор Л. Веселовская

Техред Л. Олийник

Корректор М. Максимашин

Заказ 331

Тираж 330

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101