



ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО ПО НАУКЕ И  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (КЫРГЫЗПАТЕНТ)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики

---

---

(21) 20010019.1

(22) 16.01.2001

(31) 2165611

(32) 17.01.2000

(33) RU

(46) 30.08.2002, Бюл. №8

(76) Скубилин М.Д., Письменова А.А. (RU)

(56) RU 2007703 C1, 1991

SU 1482378 A, 1987

WO 95/01557 A1, 1995

US 5303025 A, 1994

GB 1579845 A, 1980

### (54) Спектрофотометр-анализатор

(57) Спектрофотометр-анализатор относится к спектроскопии веществ и автоматизированным средствам сбора и обработки информации, в частности к автоматическим экспресс-анализаторам состава веществ для определения химического состава вещества в геологии и охране окружающей среды. Спектрофотометр-анализатор содержит лазер с блоком питания, фокусирующие оптические системы, призму, фотоприемник, генератор импульсов, два триггера, регистр сдвига, формирователь импульсов, одиночные элементы И, группы элементов И, блок памяти кодов элементов, регистр оперативной памяти, устройство сравнения (содержащее элементы И, НЕ, И-НЕ), распределитель импульсов, шаговый электродвигатель и блок регистрации результатов анализа. Спектрофотометр-анализатор в блоке регистрации фиксирует имена химических элементов, обнаруженных в исследуемом веществе, обеспечивает повышение быстродействия в работе и исключение субъективизма в результатах анализа. Техническим результатом изобретения является повышение быстродействия сбора и обработки информации об исследуемых веществах и исключение субъективизма в результатах исследования, а также повышение достоверности результатов анализа. 3 ил., 1 табл.

Изобретение относится к спектроскопии веществ и автоматизированным средствам сбора и обработки информации, в частности, к автоматическим экспресс-анализаторам состава веществ для определения химического состава вещества в геологии и охране окружающей среды.

Известен атомно-абсорбционный спектрометр (А.с. SU №1482378, G01J 3/42, 1992), содержащий оптически связанные источник света, осветитель, распылительную камеру, снабженную пневматическим распылителем и горелкой, монохроматор и фотоприемник, а также измерительное устройство с управляющим и информационным входами, соединенное информационным

входом с фотоприемником, преобразователь звуковых колебаний в электрические, селективный усилитель, компаратор, устройство выборки и хранения и реле времени, причем преобразователь звуковых колебаний в электрические размешен в объеме распылительной камеры и соединен со входом селективного усилителя, выход которого соединен со входом устройства выборки и хранения и первым входом компаратора, выход устройства выборки и хранения соединен со вторым входом компаратора, вход которого соединен со входом реле времени, а выход реле времени соединен с управляющим входом измерительного устройства.

Недостатки известного устройства – значительная инерционность в работе и ограниченная достоверность результатов анализа, что обусловлено необходимостью визуализации изображений и их распознания человеком-оператором, что, в свою очередь, не исключает субъективизма в результатах анализа.

Более близким по технической сущности к изобретению является устройство для спектрального анализа элементного состава вещества (Патент RU №2007703, G01N 21/63, 1994 г.), содержащее лазер с блоком питания, оптически связанный через систему фокусировки с анализируемым веществом, которое через приемную оптическую систему связанно со спектроанализатором, генератор импульсов, стробирующий генератор, ЭВМ, систему контроля временного распределения и энергии лазерного импульса, установленную на оптической оси устройства между системой фокусировки и анализируемым веществом, причем первый выход генератора импульсов подключен к блоку питания лазера, второй выход – к первому входу стробирующего генератора, выход которого соединен с первым входом спектроанализатора, второй выход которого подсоединен к первому выходу ЭВМ, второй выход ЭВМ соединен со вторым входом стробирующего генератора, а третий выход ЭВМ подключен ко входу системы фокусировки, при этом первый вход ЭВМ соединен с выходом спектроанализатора, а второй вход подключен к системе контроля временного распределения и энергии лазерного импульса.

Существенным недостатком известного устройства являются его аппаратурная избыточность и низкое быстродействие в работе, что затрудняет получение экспресс-информации о составе вещества в квазиреальном масштабе времени, а также наличие возможности появления субъективных результатов, что снижает достоверность результатов анализа.

Задача изобретения – повысить быстродействие в работе за счет автоматизации сбора информации, представления ее в виде цифрового кода (в цифровой форме), сравнения кодов спектров исследуемых веществ со спектрами элементов (эталонных веществ), представленных в двоичных кодах, и вывода результатов сравнения, в масштабе времени, соизмеримом с реальным, при исключении субъективизма в результатах анализа.

Технический результат состоит в повышении быстродействия в работе за счет преобразования спектра исследуемого вещества в его цифровое представление и сравнения цифрового представления спектра исследуемого вещества с цифровым представлением спектров элементов, а также в исключении субъективизма в результатах анализа путем автоматизации процесса сбора и обработки информации.

Технический результат обеспечивается тем, что в спектрофотометр-анализатор, содержащий лазер с блоком питания, оптически связанный через систему фокусировки с анализируемым веществом, которое через приемную оптическую систему связано с фотоприемником, и генератор импульсов, введены первый и второй триггеры, соединенные единичными входами со входом запуска спектрофотометра-анализатора, единичный выход первого триггера соединен со входом управления генератора импульсов, кольцевой регистр сдвига, соединенный шиной сдвига с выходом генератора импульсов, первый элемент И, соединенный первым входом с выходом генератора импульсов, а вторым входом – с единичным выходом второго триггера и со входом управления блока питания лазера, второй элемент И, соединенный первым входом с нулевым выходом второго триггера, вторым входом – с выходом старшего разряда регистра сдвига, а выходом – с нулевым входом первого триггера, первая группа элементов И, соединенных первыми входами с выходом фотоприемника, вторыми входами – с единичным выходом второго триггера, а третьими входами – поразрядно с выходами, кроме выходов младшего и старшего разрядов, регистра сдвига, регистр оперативной памяти, соединенный входом обнуления со входом запуска спектрофотометра-анализатора, а информационными входами – поразрядно с выходами элементов И первой группы, блок регистров памяти кодов элементов веществ, вторая группа элементов И, соединенных первыми входами с нулевым выходом второго триггера, а вторыми входами – поразрядно с выходами регистра оперативной памяти, блок третьих групп элементов И, соединенных

первыми входами с нулевым выходом второго триггера, вторыми входами – поразрядно, кроме входов младшего и старшего разрядов, регистра сдвига, а третьими входами – поразрядно с выходами соответствующего регистра блока регистров памяти кодов элементов, устройство сравнения, соединенное поразрядно первыми и вторыми входами – с выходами элементов И второй и третьей групп соответственно, распределитель импульсов, соединенный входом первого элемента И, шаговый электродвигатель, соединенный входами с соответствующими выходами распределителя импульсов, а механически (валом) – с призмой приемной оптической системы, четвертую группу элементов И, соединенных первыми входами с выходом "равно" устройства сравнения, а вторыми входами – поразрядно с выходами, кроме выходов младшего и старшего разрядов, регистра сдвига, и блок регистрации, соединенный входами поразрядно с выходами элементов И четвертой группы, причем устройство сравнения включает в каждом разряде третий элемент И, соединенный первым входом с первым информационным входом одноименного разряда устройства, а вторым входом – со вторым информационным входом одноименного разряда, четвертый элемент И, соединенный первым входом со вторым информационным входом одноименного разряда устройства, первый элемент НЕ (инвертор), соединенный входом с первым входом переноса информации из предыдущего (старшего) разряда, а выходом – с третьим входом третьего элемента И, второй элемент НЕ (инвертор), соединенный входом со вторым входом переноса информации из предыдущего (старшего) разряда, а выходом – со вторым входом четвертого элемента И, первый элемент ИЛИ, соединенный первым входом с первым входом переноса информации из предыдущего (старшего) разряда, а вторым входом – с выходом четвертого элемента И, второй элемент ИЛИ, соединенный первым входом со вторым входом переноса информации из предыдущего (старшего) разряда, а вторым входом – с выходом четвертого элемента И, элемент И-НЕ, соединенный входами с выходами третьего и четвертого элементов И соответственно, пятый элемент И, соединенный первым входом с выходом первого элемента ИЛИ, вторым входом – с выходом элемента И-НЕ, а выходом – с первым входом переноса информации в последующий (младший) разряд, и шестой элемент И, соединенный первым входом с выходом второго элемента ИЛИ, вторым входом – с выходом элемента И-НЕ, а выходом – со вторым входом переноса информации в последующий (младший) разряд, и третий элемент НЕ (инвертор), соединенный входом с выходом элемента И-НЕ младшего разряда устройства, а выходом – с выходом "равно" устройства сравнения.

Таким образом, изобретенный спектрофотометр-анализатор отличается от известных наличием дополнительно введенных узлов и связей, что обеспечивает ему повышение быстродействия за счет автоматизации процесса сбора информации об анализируемом веществе, ее сравнения с информацией элементов и вывода результата анализа в масштабе времени, соизмеримом с реальным при исключении субъективизма в результатах анализа, а следовательно, оно отличается новизной, обладает возможностью тиражировать на современной элементной базе и применимостью (полезностью) для целей разведки полезных ископаемых и охраны окружающей среды в произвольных условиях его эксплуатации (при исполнении в транспортабельном исполнении с автономным источником питания).

На фиг. 1 приведена схема спектрофотометра-анализатора; на фиг. 2 – схема устройства его сравнения; на фиг. 3 – пример спектра объекта анализа (анализируемого вещества) (фиг. 3а) и спектров элементов (фиг. 3б – 3з) веществ, зафиксированных в блоке памяти кодов элементов.

Спектрофотометр-анализатор содержит лазер 1, блок 2 питания лазера, соединенный выходом со входом лазера 1, оптическую фокусирующую систему 3, оптически связанную с лазером 1 и с объектом анализа (анализируемым веществом) 0, приемную фокусирующую систему 4 в составе фокусирующего конденсора и щелевого отверстия – экрана, оптическую призму 5, фотоприемник 6, оптически связанный через приемную фокусирующую систему 4 и призму 5 с объектом анализа 0, генератор 7 импульсов, вход 8 запуска, первый 9 и второй 10 статические триггеры, соединенные единичными входами со входом 8 спектрофотометра-анализатора, кольцевой регистр 11 сдвига, соединенный шиной сдвига с выходом генератора 7, а выходом старшего разряда со входом обнуления статического триггера 10, формирователь 12 переднего фронта импульса, соединенный входом с выходом старшего разряда кольцевого регистра 11 сдвига, первый элемент И 13, соединенный первым входом с выходом генератора 7, а вторым входом – с единичным выходом статического триггера 10, второй элемент И 14, соединенный первым входом с нулевым выходом статического триггера 10, а вторым, через формирователь, 12 импульсов, – с выходом старшего разряда кольцевого регистра 11 сдвига, первую 15 группу элементов И, соединенных первыми

входами с выходом фотоприемника 6, вторыми входами – с единичным выходом статического триггера 10, а третьими входами – поразрядно, кроме выходов младшего и старшего разрядов, с выходами кольцевого регистра 11 сдвига, регистр 16 оперативной памяти (памяти кода спектра анализируемого вещества), соединенный входом обнуления со входом 8 запуска спектрофотометра-анализатора, а информационными входами – поразрядно с выходами группы 15 элементов И, блок 17 памяти кодов элементов (блок регистров постоянной памяти), вторую 18 группу элементов И, соединенных первыми входами с нулевым выходом статического триггера 10, а вторыми входами – поразрядно с выходами регистра 16 оперативной памяти, блок 19 третьих групп элементов И, соединенных первыми входами с нулевым выходом статического триггера 10, вторыми входами – поразрядно с выходами, кроме выходов младшего и старшего разрядов, кольцевого регистра 11 сдвига, а третьими входами-поразрядно с выходами одноименных регистров блока 17 . памяти кодов элементов, устройство сравнения 20, соединенное первыми и вторыми входами с выходами элементов И групп 18 и 19 соответственно, распределитель импульсов 21, соединенный входом с выходом элемента И 13, шаговый электродвигатель 22, соединенный входами с соответствующими выходами распределителя импульсов 21, а выходом, через вал ротора, механически, с призмой 6, четвертую группу элементов И 23, соединенных первыми входами поразрядно с выходами, кроме выходов младшего и старшего разрядов, кольцевого регистра сдвига 11, а вторыми выходами – с выходом "равно" устройства сравнения 20, и блок регистрации 24, соединенный входами поразрядно с выходами элементов И 23 группы.

Устройство сравнения 20 содержит в каждом разряде третий 25 и четвертый 26 элементы И, первые входы которых образуют первые и вторые входы устройства сравнения, первый 27 и второй 28 элементы НЕ, первый 29 и второй 30 элементы ИЛИ, элемент И-НЕ 31, и пятый 32, и шестой 33 элементы И, а также третий 34 элемент НЕ, выход которого образует выход "равно" устройства сравнения,

Спектрофотометр-анализатор работает следующим образом.

В исходном состоянии генератор 7 заторможен, в регистрах блока 17 памяти кодов элементов зафиксированы коды спектров эталонных элементов, например (см. таблицу), как показано на фиг. 3б – 3з, статического триггеры 9 и 10 обнулены, ротор шагового электродвигателя 22 жестко с ним связанный призмой 5 – в исходном состоянии, соответствующем направлению преломленного луча на фотоприемник 6 с минимальной частотой (в инфракрасной области, к которой фотоприемник нечувствителен), содержимое выходов остальных узлов нулевое, а память или содержимое блока 24 регистрации обнулены (цепи установки спектрофотометр-анализатора в исходное состояние на схеме не показаны). По сигналу "Пуск", подаваемому в форме короткого импульса высокого потенциала на вход 8, статические триггеры 9 и 10 переводятся в единичное состояние, а регистр 16 оперативной памяти обнуляется. Высоким потенциалом с единичного выхода статического триггера 9 открывается генератор 7 импульсов и на его выходе генерируются эталонные по частоте, амплитуде и форме импульсы, а высоким потенциалом с единичного выхода статического триггера 10 включается источник 2 питания лазера 1 и открывается по вторым входам элемент И 13 и элементы И 15 группы. Каждым импульсом с выхода генератора 7 содержимое кольцевого регистра 11 сдвигается в старший (следующий начинается с первого) разряд, а через элемент И 13 и распределитель 21 импульсов шаговый электродвигатель 29 поворачивает ротор на одну угловую дискрету. С включением источника 2 включается лазер 1, инфракрасный луч значительная мощность которого через оптическую фокусирующую систему 3 облучает объект 0 анализа (анализируемое вещество). Под действием луча высокой энергии вещество светоизлучает дискретный по частотам спектр в инфракрасной, видимой и ультрафиолетовой областях. Излучение объекта 0 через приемную фокусирующую систему 4 со щелеобразным окном попадает на призму 5, где оно преломляется под разными углами, в зависимости от длины волны (частоты) составляющих излучение. На фотоприемник 6 попадает излучение только той длины волны, которая определяется физическими свойствами призмы 5 и ее пространственным положением (углом поворота ротора шагового электродвигателя 22, так как призма 5 механически связана через вал ротора с двигателем 22). Таким образом, каждым импульсом по входу распределителя 21 импульсов шаговым двигателем 22 и призмой 5 сканируется линейный спектр в фотоприемнике 6. Но с каждым импульсом с выхода генератора 7 импульсов через кольцевой регистр 11 сдвига последовательно во времени по третьему входу открывается один из элементов И 15 группы и содержимое фотоприемника 6 ("0" при отсутствии излучения с данной длиной волны или "1" при наличии излучения с данной длиной волны) фиксируется в соответствующем

триггере 16 оперативной памяти, так что за новый цикл сканирования содержимое ("I"), пробегает от младшего (первого) разрядам кольцевого регистра 11 сдвига до его старшего (n-го) разряда, последовательно открывая элементы И 15 первой группы, и параллельно с этим фотоприемник 6 облучается всем, от инфракрасной до ультрафиолетовой области, спектром волн излучения анализируемого вещества, в регистре памяти 16 фиксируется код спектра объекта 0, например:

111101111110111111111011,

что однозначно соответствует содержимому фиг. 3а. С установлением единичного потенциала на входе старшего (n-го) разряда кольцевого регистра 11 сдвига статический триггер 10 обнуляется. Нулевым потенциалом с единичного выхода триггера 10<sub>1</sub> обеспечивается выключение блока 2 питания, выключается лазер 1, закрывается элемент И 13, стопорится шаговый двигатель 22 и закрываются элементы И 15 первой группы, а высоким потенциалом с нулевого выхода статического триггера 10 первые входы элементов И 14, И 18 второй группы И 19 третьих групп оказываются под высоким потенциалом, содержимое регистра 16 через элементы И 18 поступает на первые входы устройства сравнения 20, что соответствует окончанию этапа сбора информации и подготовки к этапу ее анализа. Следующими импульсами с выхода генератора 7 единица повторно оббегает кольцевой регистр 11 сдвига, при этом высокий потенциал поступает на вторые входы элементов И 19 одной из третьих групп и выходы соответствующего регистра памяти блока 17 памяти кодов элементов через элементы И 19 группы соединяются со вторыми входами устройства сравнения 20. По результатам сравнения содержимого регистра 16 оперативной памяти и каждого из регистров постоянной памяти в блоке 17 памяти кодов элементов на выходе "равно" устройства сравнения 20 генерируется единичный потенциал в том и только в том случае, если в анализируемом спектре имеются излучения по всем длинам волн, зафиксированным в данном эталонном спектре блока 17. Так, в спектре (см. фиг. 3а) анализируемого вещества представлены спектры по фиг. 3б, 3в, 3д, и 3з и отсутствуют излучения по позициям 5 и 23 в спектре по фиг. 3г, по поз. 23 в спектре по фиг. 3е и по позициям 5 и 12 в спектре по фиг. 3ж. Номера спектров, фиг. 3б, 3в, 3д, и 3з через группу элементов И 22 фиксируются в блоке регистрации 24. По достижению "1"-й старшего разряда в кольцевом регистре 11 сдвига, при его повторном оббегании, через формирователь 12 импульсов и элемент И 14, статический триггер 9 обнуляется, а генератор 7 стопорится. Процесс сбора информации и ее анализ окончен, в блоке регистрации 241 зафиксированы номера (имена) элементов, обнаруженных в объекте анализа 0 (исследуемом веществе).

Изобретенный спектрофотометр-анализатор реализует на автономном питании, с ограниченными габаритно-весовыми и энергетическими параметрами, может быть выполнен в приемлемом конструктивном исполнении, транспортабельным. Он может быть использован в произвольных условиях эксплуатации геологических и экологических экспедиций, обеспечивает получение экспресс-информации о содержимом вещества пробоотбора в реальном или близком к реальному масштабу времени.

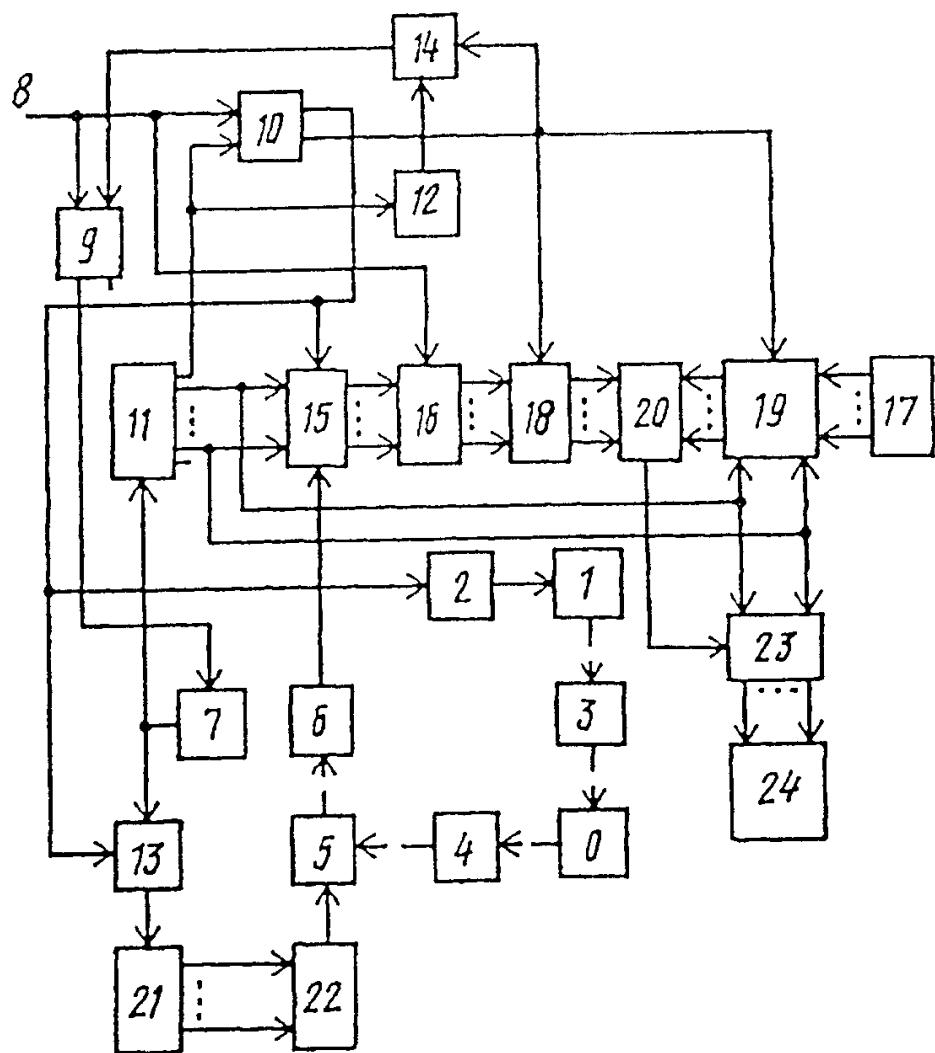
### **Формула изобретения**

Спектрофотометр-анализатор, содержащий лазер с блоком питания, оптически связанный через фокусирующую систему с объектом анализа, который через приемную оптическую систему связан с фотоприемником, и генератор импульсов, отличающийся тем, что в него введены первый и второй триггеры, соединенные единичными входами со входом запуска спектрофотометра-анализатора, единичный выход первого триггера соединен со входом управления генератора импульсов, кольцевой регистр сдвига, соединенный шиной сдвига с выходом генератора импульсов, формирователь импульсов, первый элемент И, соединенный первым входом с выходом генератора импульсов, а вторым – с единичным выходом второго триггера и со входом управления блока питания лазера, второй элемент И, соединенный первым входом с нулевым выходом второго триггера, и вторым входом через формирователь импульсов – с выходом старшего разряда регистра сдвига, а выходом – с нулевым входом первого триггера, первая группа элементов И, соединенных первыми входами с выходом фотоприемника, вторыми входами – с единичным выходом второго триггера, а третьими входами – поразрядно с выходами, кроме младшего и старшего разрядов, регистра сдвига, регистр оперативной памяти, соединенный входом обнуления со входом запуска спектрофотометра-анализатора, а информационными входами – поразрядно с выходами элементов И первой группы, блок регистров памяти кодов элементов, вторая группа элементов И, соединенных первыми входами с нулевым выходом второго триггера, а вторыми – поразрядно с выходами регистра оперативной памяти, блок третьих групп элементов И,

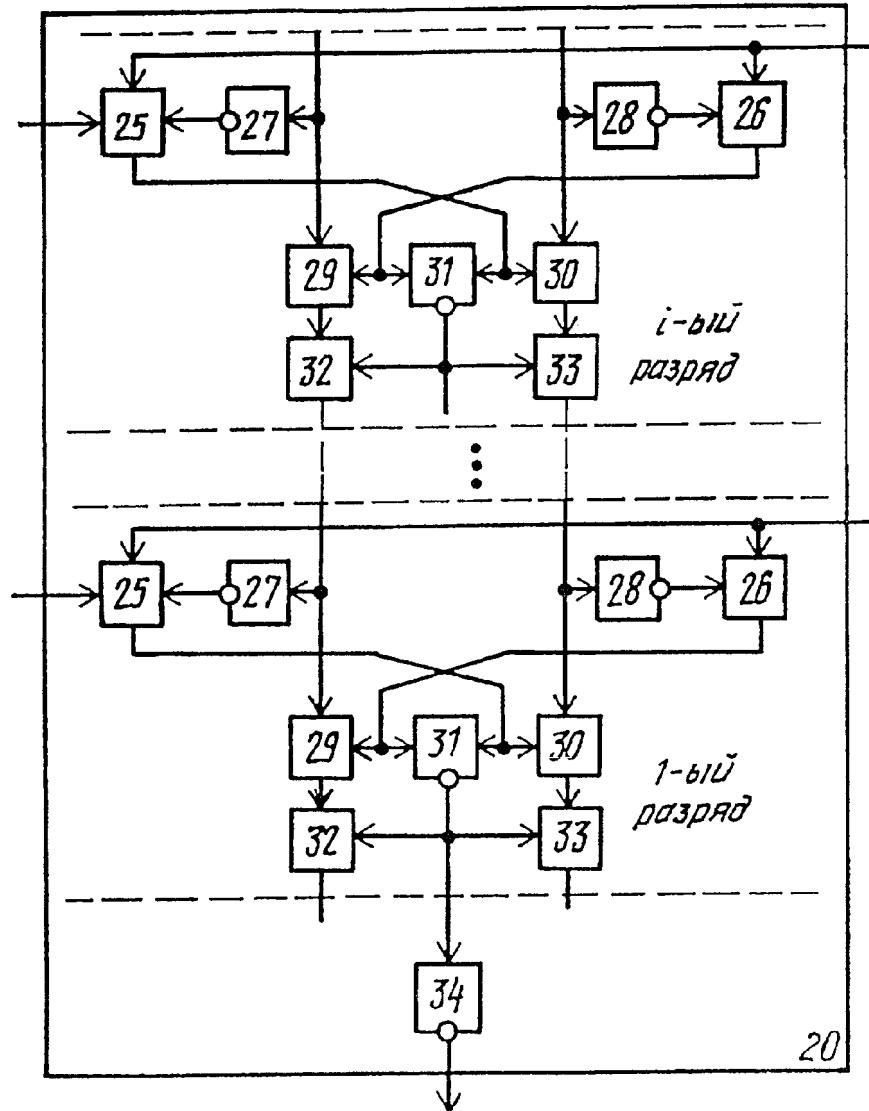
соединенных первыми входами с нулевым выходом второго триггера, регистра сдвига, а третьими входами – поразрядно с выходами соответствующего регистра блока регистров памяти кодов элементов, устройство сравнения, соединенное поразрядно первыми входами с выходами второй группы элементов И, а вторыми входами – с выходами элементов И третьих групп, распределитель импульсов, соединенный входом с выходом первого элемента И, шаговый электродвигатель, соединенный входами с соответствующими выходами распределителя импульсов, а механически (валом) – с призмой приемной оптической системы, четвертую группу элементов И, соединенных первыми входами с выходом "равно" устройства сравнения, а вторыми входами – поразрядно с выходами, кроме младшего и старшего разрядов, регистра сдвига, и блок регистрации, соединенный входами поразрядно с выходами элементов И четвертой группы, причем устройство сравнения содержит в каждом разряде третий элемент И, соединенный первым входом с первым информационным входом одноименного разряда устройства, вторым входом – со вторым информационным входом одноименного разряда устройства, четвертый элемент И, соединенный первым входом со вторым информационным входом одноименного разряда устройства, первый инвертор (элемент НЕ), соединенный входом с первым входом переноса информации из старшего разряда, а выходом – с третьим входом третьего элемента И, второй инвертор (элемент НЕ), соединенный входом со вторым входом переноса информации из старшего разряда, а выходом – со вторым входом четвертого элемента И, первый элемент ИЛИ, соединенный первым входом с первым входом переноса информации из старшего разряда, а вторым входом – с выходом четвертого элемента И, второй элемент ИЛИ, соединенный первым входом со вторым входом переноса информации из старшего разряда, а вторым входом – с выходом четвертого элемента И, элемент И-НЕ, соединенный входами с выходами третьего и четвертого элементов И, пятый элемент И, соединенный первым входом с выходом первого элемента ИЛИ, вторым входом – с выходом элемента И-НЕ, а выходом – с первым входом переноса информации в младший разряд, и шестой элемент И, соединенный первым входом с выходом второго элемента ИЛИ, вторым входом – с выходом элемента И-НЕ, а выходом – со вторым входом переноса информации в младший разряд, и третий инвертор, соединенный входом с выходом элемента И-НЕ младшего разряда, а выходом – с входом "равно" устройства сравнения.

Таблица

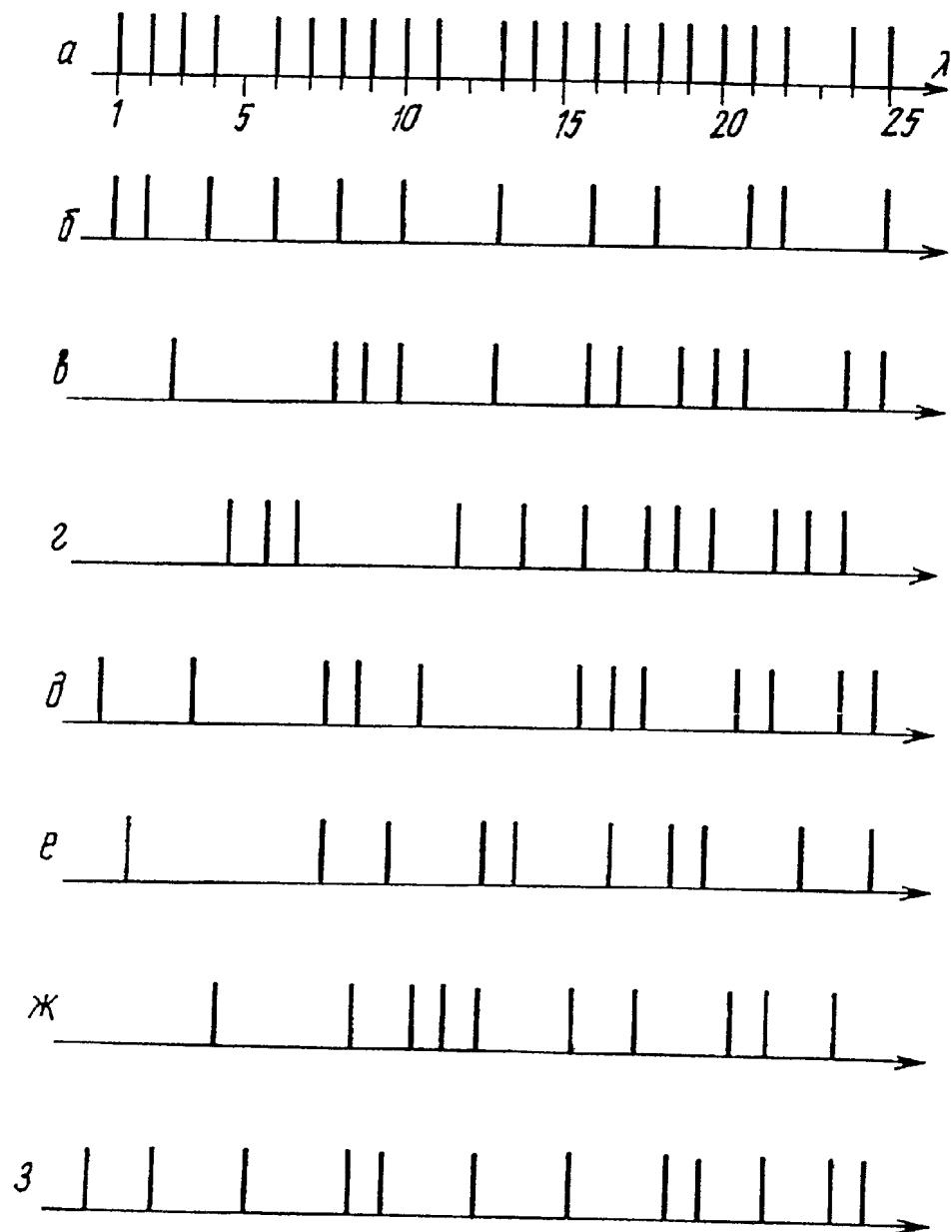
1101010101001001010011001,
0010000111001001101110011,
0000111000010101011101110,
1001000110100001110011011,
0100000101001100101100101,
0100000101001100101100101,
0100000101001100101100101,
0000100010111001010011010,
1010010011001001001101011,



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Составитель описания Никифорова М.Д.  
Ответственный за выпуск Арипов С.К.

Кыргызпатент, 720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03