

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **2 091 708** (13) C1(51) МПК  
**G01B 21/00** (1995.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 02.07.2021)  
Пошлина: учтена за 5 год с 15.01.1997 по 14.01.1998. Патент перешел в общественное достояние.(21)(22) Заявка: **93002768/28**, 14.01.1993

(45) Опубликовано: 27.09.1997

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **Фотоэлектрические  
преобразователи информации/Под ред.  
Л.Н.Преснухина. - М.: Машиностроение,  
1974, с.178-182.**

(71) Заявитель(и):

**Гришин Владимир Александрович,  
Ничипорук Сергей Викторович**

(72) Автор(ы):

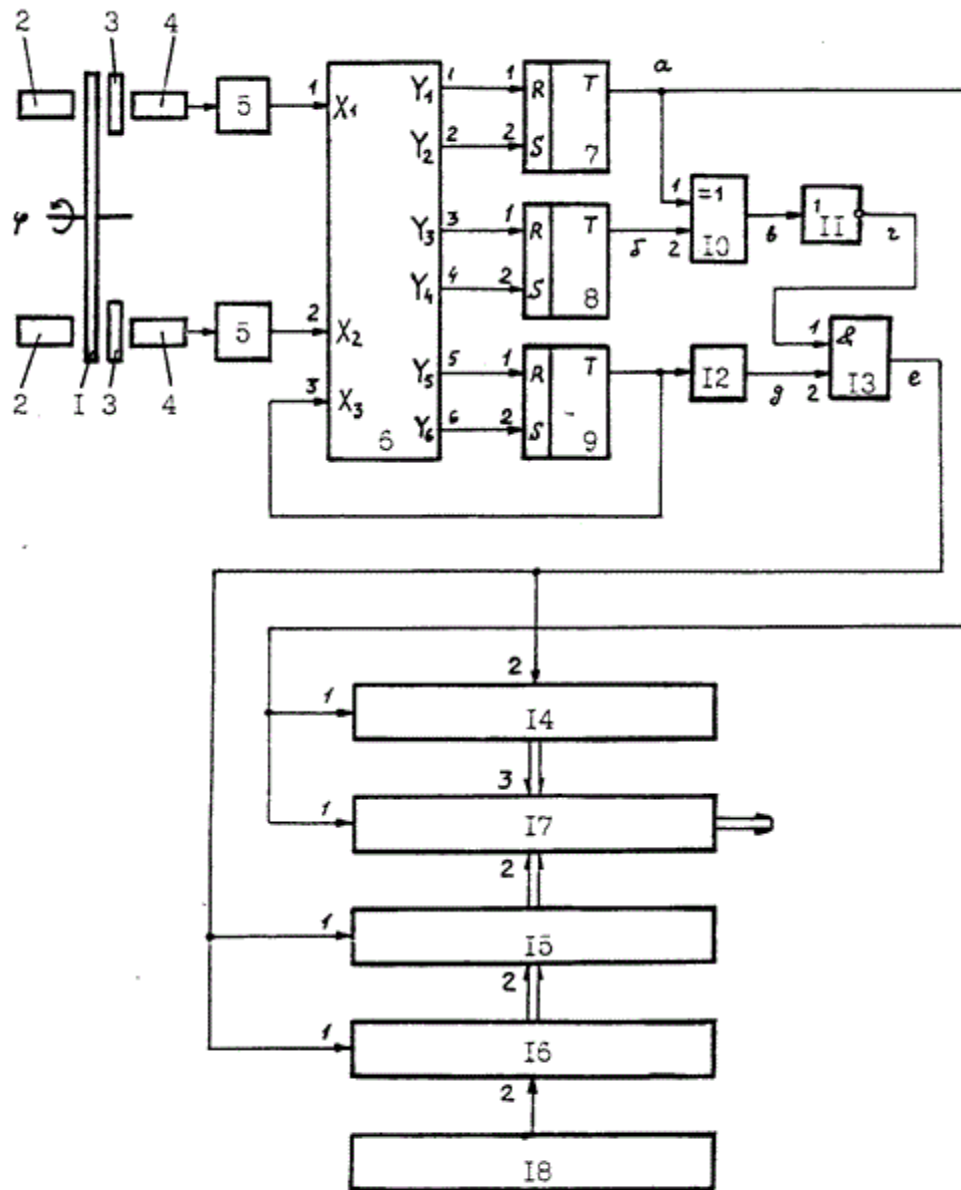
**Гришин Владимир Александрович,  
Ничипорук Сергей Викторович**

(73) Патентообладатель(и):

**Гришин Владимир Александрович,  
Ничипорук Сергей Викторович**(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ И УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ**

(57) Реферат:

Использование: изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано, например, **для измерения** линейных и **угловых перемещений** в машиностроении, станкостроении и робототехнике. Техническим результатом является расширение функциональных возможностей. Сущность изобретения: **устройство для измерения** линейных и **угловых перемещений** содержит измерительный растр 1, два канала считывания, состоящие из осветителей 2, индикаторных растров 3, сопряженных с измерительным растром, фотоприемников 4. Сигнал с выхода фотоприемников 4 поступает через формирователи 5 на входы дешифратора 6, выходы которого соединены с входами Р - триггеров 7, 8, 9. Элементы ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 10, инвертор 11, ждущий мультивибратор 12, схема И 13 обеспечивают формирование счетного импульса координат, поступающего на вход реверсивного счетчика координат 14. При этом исключаются ошибки определения координаты при многократном реверсировании направления **перемещения** и вибрациях раstra. Генератор счетных импульсов 18, счетчик 16, регистр хранения длительностей интервалов времени 15 обеспечивают **измерение** длительностей интервалов времени между поступлением счетных импульсов координат, что необходимо **для** работы блока определения координаты, скорости и ускорения 17 **для**



Фиг.1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано, например, **для измерения** линейных и **угловых перемещений** в машиностроении, станкостроении и робототехнике.

Известно **устройство для измерения перемещений** (авт. св. СССР N 1250847, кл. С 01 В 11/00, 1986).

Такое **устройство** не позволяет измерять с приемлемой точностью скорость, а тем более ускорение объекта, используя выходную информацию датчика о координате. Кроме того, это **устройство** предъявляет высокие требования к юстировке его оптических компонент, стабильности элементов схемы обработки информации, поступающей с фотоприемников.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому **устройству** является накапливающее отсчетное **устройство** (Фотоэлектрические преобразователи информации. /Под ред. Л.Н. Преснухина, М. Машиностроение, 1974, с.178-182), содержащее осветитель, измерительный и индикаторный растры, балансные пары

фотоприемников, на выходе которых формируются синусоидальные сигналы  $V_1$  и  $V_2$ , сдвинутые по пространственной фазе на  $\pi/2$  и поступающие на входы формирователей  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ . Каждый из формирователей имеет по два выхода. С одного выхода формирователя снимается прямоугольное напряжение с той же фазой, что и входной синусоидальный сигнал, а с другого выхода - прямоугольное напряжение с фазой, сдвинутой на  $\pi$  по отношению к первому. Таким образом, на выходах формирователей  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  образуются четыре прямоугольных напряжения  $A, B, \bar{A}, \bar{B}$  с пространственным сдвигом фаз на  $\pi/2$ . Для формирования импульсов сложения служат четыре схемы совпадения  $И_1$ - $И_4$ , с выхода которых импульсы поступают на схему ИЛИ<sub>1</sub>. Для формирования импульсов вычитания служат схемы совпадения  $И_5$ - $И_8$ , с выходов которых импульсы поступают на входы схемы ИЛИ<sub>2</sub>. На первые входы схему  $И_1$ - $И_8$  подаются импульсы  $a, b, \bar{a}, \bar{b}$ , полученные дифференцированием положительных фронтов прямоугольных напряжений дифференцирующими цепочками  $Д_1$ - $Д_8$ , на вторые входы этих схем подаются сами прямоугольные напряжения  $A, B, \bar{A}, \bar{B}$ . При движении измерительной растровой решетки в направлении +X на реверсивный датчик РС поступают сигналы сложения

$$V = a\bar{B} + bA + \bar{a}B + \bar{b}\bar{A}$$

При движении измерительной растровой решетки в обратном направлении (-X) на реверсивный счетчик РС поступает сигнал вычитания

$$R = aB + b\bar{A} + \bar{a}\bar{B} + \bar{b}A$$

При **перемещении** измерительной решетки на один шаг раstra на счетчик подаются четыре импульса.

Однако такое отсчетное **устройство** не позволяет одновременно с координатой определять скорость **перемещения** и ускорение. Это вынуждает использовать в изделии дополнительные датчики **для измерения** скорости (ускорения) вместе с соответствующими **устройствами** обработки их сигналов. Это приводит к увеличению стоимости изделия. Использование **для измерения** скорости показаний накапливающего отсчетного **устройства** наталкивается на существенные трудности, обусловленные принципом формирования счетных импульсов в **устройстве**. Наличие самого незначительного отклонения величины сдвига фазы сигнала на выходах фотоприемников от  $\pi/2$  (обусловленного неточностью изготовления, сборки, юстировки и т.п.), различие амплитуды сигналов на выходах фотоприемников (обусловленное разбросом параметров фотоприемников, неравномерностью освещенности, временным дрейфом параметров осветителей и фотоприемников, погрешностями крепления, неточностями регулировки и т.п.), различие порогов переключения формирователей (обусловленное разбросом параметров, неточностями регулировки, временным дрейфом и т.п.) приводят к тому, что четыре отсчетных импульса на периоде раstra располагаются неравномерно. Эта неравномерность, не оказывая практически никакого влияния при **измерении** координат, приводит к значительным погрешностям при определении скорости, а тем более при определении ускорения, так как **для** получения этих данных используются длительности временных интервалов между отсчетными импульсами разности этих интервалов. Кроме того, при применении простейших измерительных растров, выполненных например в виде диска с прорезанными фрезой радиальными пазами, незначительные отклонения положения фотодатчиков в радиальном направлении приводят к изменению скважности импульсов, поступающих с фотоприемников, что приводит к результатам, описанным выше.

Техническим результатом является расширение функциональных возможностей **устройства**, снижение требований к точности изготовления и юстировки, снижение стоимости.

Результат достигается тем, что **устройство для измерений** линейных и **угловых перемещений**, содержащее измерительный растр, связываемый с объектом, канал считывания, выполненный в виде последовательно установленных и оптически связанных осветителя, измерительного растра, оптически сопряженного с ним индикаторного растра и фотоприемника, формирователя сигнала, вход которого подключен к выходу фотоприемника, реверсивный счетчик, соединенные последовательно второй фотоприемник и второй формирователь сигнала, снабжено последовательно установленными и оптически связанными вторым осветителем и вторым индикаторным растром, оптически сопряженным с измерительным растром и образующим с вторыми фотоприемником и формирователем сигналов второй канал считывания, дешифратором, тремя триггерами, элементом ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, инвертором, ждущим мультивибратором, двухвходовой схемой И, блоком определения **перемещения**, скорости и ускорения, регистром хранения длительностей интервалов времени, счетчиком, генератором счетных импульсов, причем выходы формирователей сигнала подключены соответственно к первому и второму входам дешифратора, первый и второй выходы которого подключены к первому и второму входам первого триггера, третий и четвертый выходы дешифратора подключены к первому и второму входам второго триггера, пятый и шестой выходы дешифратора подключены к первому и второму входам третьего триггера соответственно, выход третьего триггера подключен к третьему входу дешифратора и к входу ждущего мультивибратора, выход первого триггера подключен к первому входу элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, первому входу реверсивного счетчика, первому входу блока определения **перемещения**, скорости и ускорения, второй вход элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ подключен к выходу второго триггера, выход элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ подключен к входу инвертора, выход которого подключен к первому входу схемы И, к второму входу которой подключен выход ждущего мультивибратора, выход схемы И подключен к второму входу реверсивного счетчика, первым входам регистра хранения длительностей интервалов времени и счетчика, при этом выход генератора счетных импульсов подключен к второму входу счетчика, выход счетчика подключен к второму входу регистра хранения длительностей интервалов времени, выход которого подключен к второму входу блока определения **перемещения**, скорости и ускорения, к третьему входу которого подключен выход реверсивного счетчика, а индикаторные растры установлены по отношению к измерительному растру со взаимным сдвигом на четверть шага растра.

Введенные в предлагаемое **устройство** генератор счетных импульсов, счетчик, регистр хранения длительностей интервалов времени, блок определения **перемещения**, скорости и ускорения и наличие связей между ними обеспечивает **измерение** интервалов времени между приходом счетных импульсов координат, запоминание последовательных результатов **измерений** в регистре хранения длительностей интервалов времени (число  $N \geq 2$  определяется методом формирования оценок координаты, скорости и ускорения): использование этих величин **для** определения **перемещения**, скорости и ускорения **для** заданного момента времени.

Наличие связи между выходом схемы И и первыми входами счетчика и регистра хранения длительностей интервалов времени обеспечивает синхронизацию процессов считывания информации со счетчика, записи ее в регистр хранения длительностей интервалов времени с одновременным стиранием значения, которое было записано в регистр хранения ранее всех, сброса показаний счетчика, переключения его в режим счета.

Наличие связи между выходом первого триггера и первым входом блока определения **перемещения**, скорости и ускорения позволяет фиксировать изменение направления вращения (**перемещения**) на обратное **для** исключения ошибок определения координаты, скорости и ускорения.

Дешифратор, три триггера, ждущий мультивибратор, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, инвертор, схема И и связи между ними обеспечивают определение направления входа в зону анализа (т.е. в зону, в которой на выходе хотя бы одного из формирователей сигнала присутствует высокий уровень), направление выхода из этой зоны и формирование счетного импульса координат, если эти направления совпадают. Такое построение схемы исключает ошибочное формирование счетных импульсов координат при реверсировании направления вращения ( **перемещения** ), при колебательном движении, а сами счетные импульсы оказываются при этом жестко привязанными к периоду измерительного раstra. Жесткая привязка счетных импульсов к периоду измерительного раstra приводит к тому, что результаты **измерения** скорости и ускорения оказываются нечувствительными к значительным отклонениям величины сдвига фаз между сигналами на выходах формирователей сигнала от значения  $\pi/2$ , изменению скважности этих импульсов в широких пределах, обусловленным неточностями изготовления, настройки, юстировки. Результаты **измерения** координат могут содержать при этом постоянную ошибку, не превышающую по величине  $1/2$  шага раstra, которую легко скомпенсировать. Снижение требований к точности изготовления, настройки, юстировки, а также снижение требований к стабильности параметров осветителей, фотоприемников, формирователей сигнала обуславливает снижение стоимости.

Следует также отметить, что сигнал, определяющий направление счета импульсов, формируемый на выходе первого триггера, устанавливается до прохождения счетного импульса координат, что имеет существенное значение **для** нормального функционирования некоторых типов реверсивных счетчиков (координат).

На фиг.1 представлена функциональная схема **устройства для измерения** линейных и **угловых перемещений** ; на фиг.2 графики напряжений в различных точках схемы **устройства** .

**Устройство** содержит измерительный растр 1, два канала считывания, состоящие из осветителей 2, индикаторных растров 3, сопряженных с измерительным растром 1, фотоприемников 4, расположенных против индикаторных растров 3, причем индикаторные растры 3 имеют взаимный сдвиг на четверть шага раstra. Выходы фотоприемников 4 соединены с входами формирователей сигнала 5, выходы которых соединены с первым и вторым входами дешифратора 6, выходы 1-6 которого подключены к входам 1, 2 триггеров 7, 8, 9 соответственно. К выходам триггеров 7, 8 подключен элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 10, к выходу которого подключен вход инвертора 11. Выход третьего триггера 9 подключен к третьему входу дешифратора 6 и к входу ждущего мультивибратора 12. Выходы инвертора 11 и ждущего мультивибратора 12 подключены к входам схемы И 13, выход которой подключен к второму входу реверсивного счетчика 14, к первым входам регистра хранения длительностей интервалов времени 15 и счетчика 16. Выход триггера 7 соединен с первым входом реверсивного счетчика 14 и с первым ходом блока 17 определения **перемещения** , скорости и ускорения. Выход генератора счетных импульсов 18 соединен с вторым входом счетчика 16, выход которого в свою очередь соединен с вторым входом регистра хранения длительностей интервалов времени 15, выход которого соединен с вторым входом блока 17 определения **перемещения** , скорости и ускорения.

**Устройство** работает следующим образом. На выходах фотоприемников 4 формируются квадратурные сигналы. Формирователи сигналов 5 формируют сигналы с крутыми фронтами (фиг.2), которые поступают на входы дешифратора 6  $X_1$  и  $X_2$ . Эти сигналы используются в дешифраторе 6 **для** формирования сигналов  $Y_5$  и  $Y_6$ , которые формируются следующим образом:

$$Y_5 = \overline{x_1 \vee x_2}$$

$$Y_6 = x_1 \wedge x_2$$

(фиг. 2). Эти сигналы поступают на входы триггера 9, на входе которого формируется



сигнал  $X_3$ , служащий **для** управления процессом формирования информации, поступающей на входы триггеров 7 и 8. При любом направлении вращения в триггер 7 происходит запись информации о том, с какого направления происходит вхождение в зону анализа (зона анализа определяется из условия, что на выходе хотя бы одного из формирователей сигнала 5 присутствует высокий уровень). В триггер 8 записывается информация о том, в каком направлении произошел выход из зоны анализа независимо от направления вращения ( **перемещения** ). Триггеры 7 и 8 управляются сигналами  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$ , которые формируются следующим образом:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \\ Y_2 &= x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \\ Y_3 &= x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \\ Y_4 &= \bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \end{aligned}$$

Выходной сигнал триггера 7 используется **для** определения направления счета реверсивного счетчика координат 14 и **для** определения режима работы блока 17 определения **перемещения**, скорости и ускорения. Направление входа в зону анализа и направление выхода из зоны анализа (хранящиеся в триггерах 7 и 8) сравниваются элементом ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 10, на выходе которого формируется сигнал "0", если эти направления совпадают и "1" в противном случае. Таким образом, происходит анализ направления движения измерительного раstra. При этом исключаются ложные срабатывания схемы при вибрациях и реверсировании направления движения, исключается потеря координаты.

Если направления входа в зону и выхода из зоны совпадают, то сигнал "0", поступающий с выхода элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 10, инвертируется инвертором 11 и передается на первый вход схемы И 13, разрешая тем самым прохождение сигнала от ждущего мультивибратора 12 на выход схемы И 13. Ждущий мультивибратор 12 формирует по спаду сигнала на выходе триггера 9 короткий импульс. Этот импульс через схему И 13 поступает на второй вход реверсивного счетчика 14, первые входы регистра хранения длительностей интервалов времени 15 и счетчика 16.

Если направления входа в зону анализа и выхода из зоны не совпадают, то счетный импульс координаты не проходит через схему И 13. Реверсивный счетчик 14 считает поступающие на второй вход импульсы. Знак, с которым учитывается каждый импульс, определяется сигналом, поступающим на первый вход счетчика 14. Код, хранящийся в счетчике 14, подается на третий вход блока 17 определения **перемещения**, скорости и ускорения. Рассмотрим, как формируется информация, поступающая на второй вход этого блока. Генератор счетных импульсов 18 подает импульсы на счетчик 16. При поступлении счетного импульса координаты на вход 1 счетчика 16 счет импульсов, поступающих с генератора счетных импульсов 18, приостанавливается. При этом число, остающееся в счетчике, соответствует длительности интервала времени, прошедшего между двумя последними импульсами, пришедшими на вход 1 счетчика 16. Это число переписывается в регистр хранения длительностей интервалов времени 15. При этом самое "старое" число, хранящееся в регистре хранения длительностей интервалов времени 15, стирается. После этого происходит сброс показаний счетчика 16 и возобновление счета. Таким образом, в регистре хранения длительностей интервалов времени 15 хранятся числа, характеризующие длительности последних интервалов времени между приходом счетных импульсов координат. Эти числа поступают в блок 17 определения **перемещения**, скорости и ускорения, где и происходит вычисление оценок координаты, скорости и ускорения **для** заданного момента времени. Количество чисел, необходимое **для** оценивания координаты, скорости и ускорения, зависит от используемых алгоритмов оценивания и не может быть менее 2. Скорость и ускорение могут определяться, например, разностными методами. Формирование

оценок координаты, скорости и ускорения **для** заданного момента времени может осуществляться с помощью линейной или нелинейной экстраполяции и интерполяции. На первый вход блока 17 определения **перемещения**, скорости и ускорения поступает сигнал с выхода триггера 7. Этот сигнал, показывающий направление движения, используется **для** правильного определения координаты, скорости и ускорения при реверсировании направления движения.

В процессе работы предлагаемое **устройство** обеспечивает расширение функциональных возможностей **измерение** скорости и ускорения, снижение требований к точности изготовления и юстировки, снижение стоимости.

Использование описанного технического решения по сравнению с прототипом позволяет:

обеспечить расширение функциональных возможностей, а именно **измерение** скорости и ускорения за счет введения генератора счетных импульсов, счетчика, регистра хранения длительностей интервалов времени, блока определения координаты, скорости и ускорения, а также за счет специального построения схемы формирования счетных импульсов координат, обеспечивающего уменьшение разброса длительностей интервалов времени при фиксированной скорости движения; увеличить точность **измерения перемещения** и координаты за счет оценивания координаты в заданный момент времени (в том числе и в промежутках между поступлением счетных импульсов координат) посредством генератора счетных импульсов, счетчика, регистра хранения длительностей интервалов времени, блока определения координаты, скорости и ускорения; снизить требования к точности изготовления и юстировки оптико-механических элементов **устройства**, а также к стабильности параметров фотоприемников и формирователей сигнала, что обусловлено специальным построением схемы формирования счетных импульсов координат, при котором нормальное формирование счетных импульсов координат имеет место при значительных вариациях фазы импульсов на выходах формирователей сигнала, изменении их скважности; снизить стоимость изготовления **устройства** за счет снижения требований к точности изготовления и юстировки оптических и механических элементов **устройства**, а также за счет снижения требований к стабильности параметров осветителей, фотоприемников и формирователей сигнала.

#### Формула изобретения

**Устройство для измерения** линейных и **угловых перемещений**, содержащее измерительный растр, связываемый с объектом, канал считывания, выполненный в виде последовательно установленных и оптически связанных осветителя, измерительного растра, оптически сопряженного с ним индикаторного растра и фотоприемника, формирователь сигнала, вход которого подключен к выходу фотоприемника, реверсивный счетчик, соединенные последовательно второй фотоприемник и второй формирователь сигнала, отличающееся тем, что оно снабжено последовательно установленными и оптически связанными вторым осветителем и вторым индикаторным растром, оптически сопряженным с измерительным растром и образующими с вторыми фотоприемником и формирователем сигналов второй канал считывания, дешифратором, тремя триггерами, элементом ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, инвертором, ждущим мультивибратором, двухвходовой схемой И, блоком определения **перемещения**, скорости и ускорения, регистром хранения длительностей интервалов времени, счетчиком, генератором счетных импульсов, причем выходы формирователей сигнала подключены соответственно к первому и второму входам дешифратора, первый и второй выходы которого подключены к первому и второму входам первого триггера, третий и четвертый выходы дешифратора подключены к первому и второму входам второго триггера, пятый и шестой выходы дешифратора подключены к первому и

второму входам третьего триггера соответственно, выход третьего триггера подключен к третьему входу дешифратора и к входу ждущего мультивибратора, выход первого триггера подключен к первому входу элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, первому входу реверсивного счетчика, первому входу блока определения **перемещения**, скорости и ускорения, второй вход элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ подключен к выходу второго триггера, выход элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ подключен к входу инвертора, выход которого подключен к первому входу схемы И, к второму входу которой подключен выход ждущего мультивибратора, выход схемы И подключен к второму входу реверсивного счетчика, первым входам регистра хранения длительностей интервалов времени и счетчика, при этом выход генератора счетных импульсов подключен к второму входу счетчика, выход счетчика подключен к второму входу регистра хранения длительностей интервалов времени, выход которого подключен к второму входу блока определения **перемещения**, скорости и ускорения, к третьему входу которого подключен выход реверсивного счетчика, а индикаторные растры установлены по отношению к измерительному растру с взаимным сдвигом на четверть шага раstra.



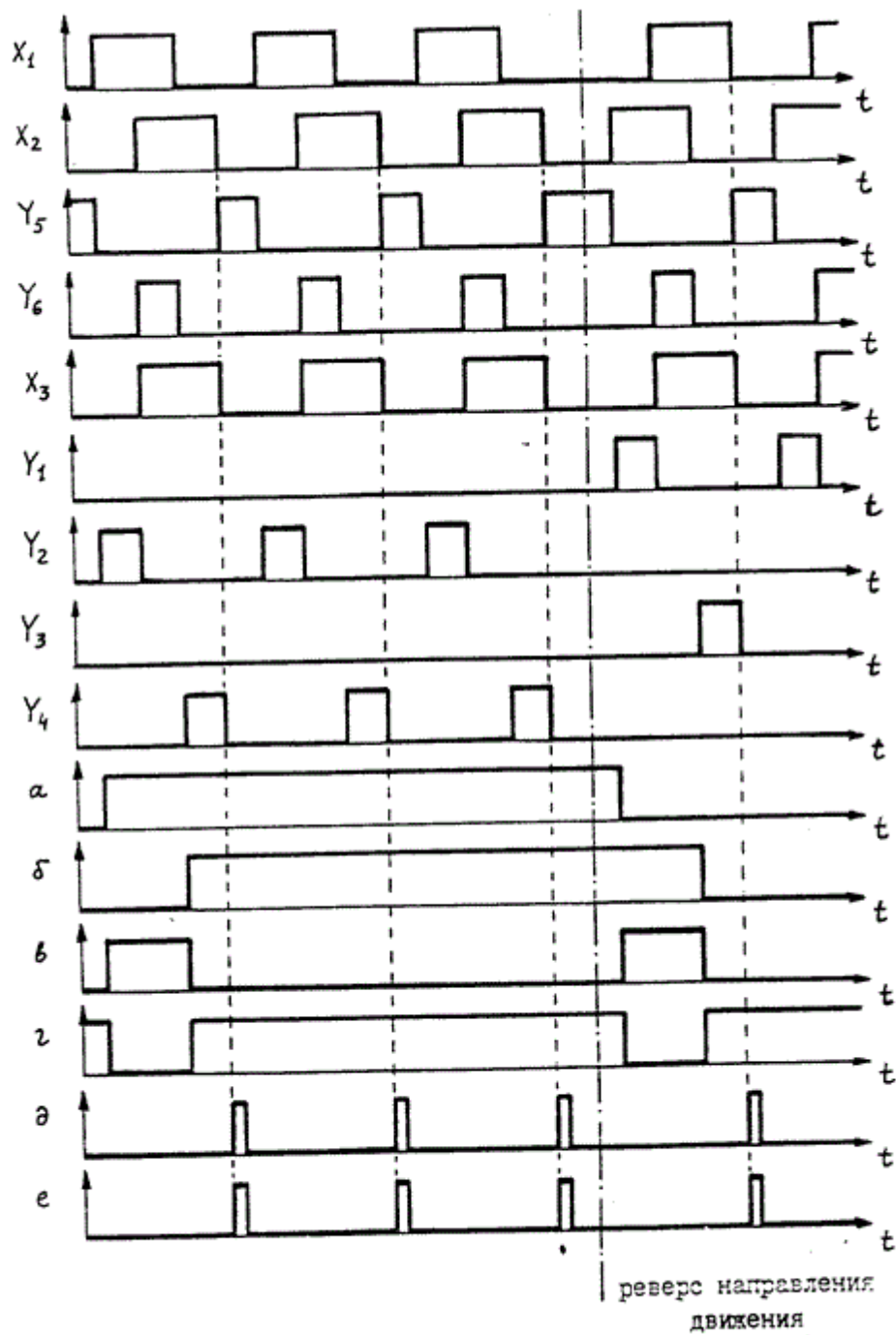


Fig. 2

## ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Извещение опубликовано: 27.02.2002

БИ: 06/2002