



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 868757

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 09.01.80 (21) 2868289/18-24

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.09.81. Бюллетень № 36

Дата опубликования описания 30.09.81

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

G 06 F 7/70

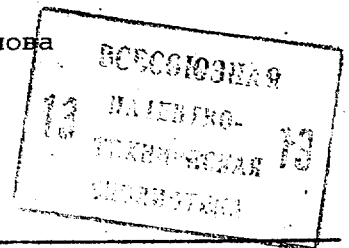
(53) УДК 681.3  
(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

А. Н. Морозевич, В. Н. Ярмолик и Т. Н. Колоколова

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



(54) ДЕЛИТЕЛЬНО-МНОЖИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

1

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано в стохастических вычислительных машинах и устройствах.

Известно устройство стохастического типа, содержащее генератор псевдослучайных чисел, два блока сравнения, первые входы которых подключены к выходу счетчика результата и входу счетчика делителя, ключевой элемент, входы которого подключены к выходам счетчика результата и счетчика делителя [1].

Недостатком указанного устройства является то, что для получения высокой точности вычисления необходимо произвести большое число испытаний.

Известно также устройство, содержащее генератор псевдослучайных чисел, два блока сравнения, первые входы которых объединены и подключены к выходу генератора псевдослучайных чисел, а выходы блоков сравнения подключены к первым входам четвертого и пятого ключевых элементов соответственно, при этом выход четвертого ключевых элемента подключен ко входу счетчика результата, выход которого подключен к первому входу

2

третьего ключевых элемента, дополнительный счетчик делителя, вход которого подключен к первому входу устройства, а выход - ко вторым входам четвертого и пятого ключевых элементов, счетчик делителя, первый вход которого подключен ко второму входу устройства, а выход - ко второму входу третьего ключевых элемента, выход которого является выходом устройства. Данное устройство обеспечивает более высокую точность вычисления за счет снижения автокорреляции в выходных потоках результатов сравнения [2].

Недостатком этого устройства является то, что в случае, если делимое  $X$  больше делителя  $Y$ , оно не обеспечивает достаточной точности вычисления пропорции вида 
$$\tau = \frac{X}{Y} \cdot Z \quad (1)$$

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является устройство, содержащее блок управления, генератор псевдослучайных чисел, два блока сравнения, первые выходы которых объединены и подключены к выходу генератора псевдослучайных чисел, а выходы первого и второго блоков сравнения подключены к первым

5

10

15

20

25

30

выходам четвертого и пятого ключевого элементов соответственно, при этом выход четвертого ключевого элемента подключен ко входу счетчика результата, выход которого подключен к первому входу третьего ключевого элемента, первый счетчик делителя, вход которого подключен к первому входу устройства, а выход - ко вторым входам четвертого и пятого ключевых элементов, второй счетчик делителя, первый вход которого подключен ко второму входу устройства, а выход - ко второму входу третьего ключевого элемента, выход которого является выходом устройства, вторые входы первого и второго блоков сравнения соединены с третьим и четвертым входом устройства соответственно. Данное устройство обеспечивает повышенную точность вычисления в случае, если делимое  $x$  больше делителя  $y$ , либо повышение быстродействия в случае, если в нем предусмотрено повторение числа испытаний  $K$   $Z$  раз [3].

Недостатком известного устройства является невысокое быстродействие.

Цель изобретения - увеличение быстродействия при заданной точности.

Поставленная цель достигается тем, что делительно-множительное устройство, содержащее генератор импульсов, генератор псевдослучайных чисел, вход которого соединен с выходом генератора импульсов, блок задания кода делимого, блок задания кода делителя, первый и второй блоки сравнения, первые группы входов которых соединены с выходами соответственно блока задания кода делимого и блока задания кода делителя, а вторые группы входов подключены к выходам генератора псевдослучайных чисел, первый и второй ключевые элементы, первые входы которых соединены с выходами соответственно первого и второго блоков сравнения, первый счетчик делителя, вход которого соединен с выходом генератора импульсов, а выход подключен ко вторым входам первого и второго ключевых элементов, счетчик результата, счетный вход которого соединен с выходом первого ключевого элемента, третий ключевой элемент, первый вход которого соединен с выходом счетчика результата, а выход является выходом устройства, блок формирования сигнала пуска, триггер, нулевой вход которого соединен с выходом блока формирования сигнала пуска, четвертый ключевой элемент, выход которого соединен с единственным входом триггера, пятый и шестой ключевые элементы, первые входы которых подключены к выходу второго ключевого элемента, а вторые входы соединены соответственно с нулевым и единственным выходами триггера, второй счетчик делителя, вход которого

соединен с выходом пятого ключевого элемента, первый элемент ИЛИ, первый вход которого соединен с выходом второго счетчика делителя, а второй вход с выходом шестого ключевого элемента, третий счетчик делителя, счетный вход которого соединен с выходом первого элемента ИЛИ, а выход - со вторым входом третьего ключевого элемента, формирователь импульсов, вход которого соединен с единственным выходом триггера, второй элемент ИЛИ, первый вход которого соединен с выходом формирователя импульсов, второй вход - с выходом блока формирователя сигнала пуска, а выход - с установочным входом счетчика результата, блок задания кода сомножителя, блок элементов И, группа входов которого соединена с выходами блока задания кода сомножителя, установочный вход - с выходом второго элемента ИЛИ, а выходы - с установочными входами третьего счетчика делителя, дополнительно содержит первый и второй элементы И, первые входы которых подключены к выходу генератора импульсов, вторые входы соединены с выходами соответственно первого и второго блоков сравнения, а выходы - соответственно с первым и вторым входами четвертого ключевого элемента.

На чертеже приведена блок-схема предлагаемого устройства.

Устройство содержит первый 1 и второй 2 блоки сравнения; третий 3, первый 4, второй 5, четвертый 6, пятый 7 и шестой 8 ключевые элементы, генератор 9 псевдослучайных чисел, триггер 10, второй счетчик 11 делителя, первый элемент ИЛИ 12, третий счетчик 13 делителя, счетчик 14 результата, первый счетчик 15 делителя, блок 16 формирования сигнала пуска, формирователь 17 импульсов, второй элемент ИЛИ 18, блок 19 задания кода делимого, блок 20 задания кода делителя, генератор 21 импульсов, блок 22 задания кода сомножителя, блок 23 элементов И, первый 24 и второй 25 элементы И.

Выход генератора 21 импульсов подключен ко входам генератора 9 псевдослучайных чисел, первого счетчика 15 делителя, первого 24 и второго 25 элементов И. Выходы блоков 19 и 20 кодов делимого и делителя соединены с первыми группами входов соответственно первого 1 и второго 2 блоков сравнения, вторые группы входов которых соединены с выходами генератора 9 псевдослучайных чисел, а выходы - со входами соответственно первого ключевого элемента 4 и первого элемента И 24 или второго ключевого элемента 5 и второго элемента И 25. Вторые входы первого 4 и второго 5 ключевых эле-

ментов соединены с выходом первого счетчика 15 делителя. Выход первого ключевого элемента 4 соединен со счетным входом счетчика 14 результата, выход которого через третий ключевой элемент 3 подключен к выходу устройства. Выходы первого 24 и второго 25 элементов И подключены соответственно к первому и второму входам четвертого ключевого элемента 6, выход которого соединен с единичным входом триггера 10.

Выход блока 16 формирования сигнала пуска соединен с первым входом второго элемента ИЛИ 18 и нулевым входом триггера 10, единичный выход которого соединен со вторым входом шестого ключевого элемента 8 и через формирователь 17 импульсов - со вторым входом второго элемента ИЛИ 18. Выход второго элемента ИЛИ 18 соединен с установочным входом счетчика 14 результата и управляющим входом блока 25 элементов И. Выход второго ключевого элемента 5 соединен со входами пятого 7 и шестого 8 ключевых элементов, выходы которых соединены соответственно через второй счетчик 11 делителя и непосредственно со входами первого элемента ИЛИ 12. Выход первого элемента ИЛИ 12 соединен со счетным входом третьего счетчика 13 делителя, выход которого соединен со вторым входом третьего ключевого элемента 3. Выходы блока 22 задания кода сомножителя соединены с группой входов блока 23 элементов И, выходы которого соединены с установочными входами третьего счетчика 13 делителя.

Устройство работает следующим образом.

С выхода генератора 21 импульсов импульсы опорной частоты поступают на вход генератора 9 псевдослучайных чисел и на вход первого счетчика 15 делителя. Блоки 19 и 20 задания кодов делимого и делителя задают коды чисел  $x$  и  $y$ , которые поступают на входы блоков 1 и 2 сравнения соответственно. Блок 22 задания кода сомножителя задает код числа  $Z$ , который поступает на группу входов блока 23 элементов И. Второй счетчик 11 делителя имеет коэффициент пересчета равный  $K$  (задается исходя из условия достижения требуемой точности,  $K \gg 1$ , обычно  $K \approx 10$ ). При подаче сигнала пуска с блока 16 устройство устанавливается в исходное положение. Триггер 10 и счетчик 14 результата устанавливаются в нуль, а в третьем счетчике 13 делителя (сигналом, поступающим через первый элемент ИЛИ 18 на блок 23) записывается код числа.

Импульсы опорной частоты задают в генераторе 9 псевдослучайных чисел все новые числа, которые в блоках 1

и 2 сравнения сравниваются с делимым  $x$  и делителем  $y$ . С первого счетчика 15 делителя подаются на ключевые элементы 4 и 5 импульсы тактовой частоты с целью снижения автокорреляции в выходных потоках результатов сравнения. С выхода генератора 21 импульсов импульсы опорной частоты поступают на входы первого и второго элементов И 24 и 25 с целью повышения скорости получения результатов сравнения.

Результаты сравнения с первого и второго элементов И 24 и 25 поступают на четвертый ключевой элемент 6. Кроме того, со второго ключевого элемента 5 результат сравнения поступает на ключевые элементы 7 и 8. На четвертом ключевом элементе 6 проверяется выполнение условия  $x < y$ . Так как сигнал на выходе ключевого элемента 6 появляется только при наличии сигнала на его входе, соединенном с выходом элемента И 25, и отсутствии сигнала на другом его входе, то этот сигнал однозначно определяет момент времени  $t$ , когда согласно формулам

$$x = \begin{cases} 0, & \text{если } R_i \geq x \\ 1, & \text{если } R_i < x \end{cases} \quad (2)$$

$$y = \begin{cases} 0, & \text{если } R_i \geq y \\ 1, & \text{если } R_i < y \end{cases} \quad (3)$$

где  $R_i$  - числа, получаемые случайной выборкой из множества  $U = \{0, 1, \dots, 2^k - 1\}$ ,  $x$  и  $y$  - являются  $K$ -разрядными двоичными числами, т.е.  $x < 2^k - 1$ ,  $y < 2^k - 1$ ,  $y_t = 1$ , а  $x_t = 0$ , т.е.  $y > R_t$ ,  $x < R_t$

Сигнал о выполнении данного условия поступает на триггер 10, который этим сигналом устанавливается в единичное состояние. С нулевого выхода триггера 10 сигнал поступает на пятый ключевой элемент 7 с момента пуска устройства до момента времени  $t$ , когда появляется сигнал, что  $x < y$ . Заметим, что сигнал на выходе ключевого элемента 6 может и не возникнуть, если  $x > y$ . Импульсы с выхода ключевого элемента 7 поступают на второй счетчик 11 делителя, коэффициент пересчета которого равен  $K$ , т.е. каждый  $K$ -ый импульс, пришедший на вход второго счетчика 11 делителя переполняет его, а на его выходе возникает импульс, поступающий через элемент ИЛИ 12 на третий счетчик 13 делителя. Таким образом, если  $x > y$ , на счетчик 13 поступают импульсы с выхода второго ключевого элемента 5, число которых уменьшено в  $K$  раз по сравнению с выражением (1).

Как уже отмечено, если  $x < y$  через  $t$  тактов ( $t$  среднее  $\approx 2^{n-1}$ ) на выходе ключевого элемента 6 появляется сигнал, который переключает триггер 10 в единичное состояние. При этом

открывается для прохождения сигналов с выхода ключевого элемента 5 ключевой элемент 8 и закрывается ключевой элемент 7. Перепад потенциала на единичном выходе триггера 10 формируется формирователем 17 импульсов в импульс, который, проходя через элемент ИЛИ 18, устанавливает счетчики 14 и 13 в исходное положение. После этого на третьем счетчике 13 делителя подсчитываются импульсы, сформированные на ключевом элементе 5 согласно выражению (1).

Счетчик 14 результата подсчитывает число единиц в потоке результата сравнения делимого до тех пор пока в третьем счетчике 13 делителя не наберется Z единиц в случае, если  $x < y$ , либо пока в счетчиках 11 и 13 не наберется  $K \cdot Z$  единиц в случае, если  $x \geq y$ . После подсчета Z либо  $K \cdot Z$  единиц третий счетчик 13 делителя вырабатывает импульс, открывающий ключевой элемент 3 для выдачи результата вычисления (1).

Положительный эффект предлагаемого устройства по сравнению с известным состоит в повышении скорости вычисления пропорции (1) при  $x < y$  в случае, если в известном устройстве время вычисления равно

$$T^x = T' + t_{\text{ср}}^{\text{прот}},$$

где

$$T' = N_1 \cdot T_{\text{сч}};$$

$$t_{\text{ср}}^{\text{прот}} = L \cdot T_{\text{сч}};$$

$N_1$  - число тактов со счетчика;

$T_{\text{сч}}$  - период импульсов, формируемых на выходе счетчика;

$L = 2^{n-1}$  - число тактов, необходимых (в среднем) для определения соотношения  $x$  и  $y$ .

В предлагаемом устройстве при  $x < y$  время вычисления пропорции (1) следующее

$$T^{xx} = T' + t_{\text{ср}}^{\text{наш}},$$

где

$$t_{\text{ср}}^{\text{наш}} = L \cdot T_0;$$

$$T_0 = \frac{T_{\text{сч}}}{\lambda};$$

$\lambda$  - коэффициент деления счетчика 15;

$T_0$  - период следования импульсов с генератора импульсов.

Сокращение времени вычисления

$$\Delta T = T^x - T^{xx} = LT_0(\lambda - 1)$$

формула изобретения

Делительно-множительное устройство, содержащее генератор импульсов, генератор псевдослучайных чисел, вход которого соединен с выходом генератора импульсов, блок задания кода делимого, блок задания кода делителя, первый и второй блоки сравнения, первые группы входов которых соединены с выходами соответственно блока задания кода делимого и блока задания кода делителя, а вторые группы входов подключены к выходам генератора псевдослучайных чисел, первый и второй ключевые элементы, первые

входы которых соединены с выходами соответственно первого и второго блоков сравнения, первый счетчик делителя, вход которого соединен с выходом генератора импульсов, а выход подключен ко вторым входам первого и второго ключевых элементов, счетчик результата, счетный вход которого соединен с выходом первого ключевого элемента, третий ключевой элемент, первый вход которого соединен с выходом счетчика результата, а выход является выходом устройства, блок формирования сигнала пуска, триггер, нулевой вход которого соединен с выходом блока формирования сигнала пуска, четвертый ключевой элемент, выход которого соединен с единичным входом триггера, пятый и шестой ключевые элементы, первые входы которых подключены к выходу второго ключевого элемента, а вторые входы соединены соответственно с нулевым и единичным выходами триггера, второй счетчик делителя, вход которого соединен с выходом пятого ключевого элемента, первый элемент ИЛИ, первый вход которого соединен с выходом второго счетчика делителя, а второй вход - с выходом шестого ключевого элемента, третий счетчик делителя, счетный вход которого соединен с выходом первого элемента ИЛИ, а выход - со вторым входом третьего ключевого элемента, формирователь импульсов, вход которого соединен с единичным выходом триггера, второй элемент ИЛИ, первый вход которого соединен с выходом формирователя импульсов, второй вход - с выходом блока формирования сигнала пуска, а выход - с установочным входом счетчика результата, блок задания кода сомножителя, блок элементов И, группа входов которого соединена с выходами блока задания кода сомножителя, установочный вход - с выходом второго элемента ИЛИ, а входы - с установочными входами третьего счетчика делителя, остальные элементы, с целью увеличения быстродействия, оно содержит первый и второй элементы И, первые входы которых подключены к выходу генератора импульсов, вторые входы соединены с выходами соответственно первого и второго блоков сравнения, а входы - соответственно с первым и вторым входами четвертого ключевого элемента.

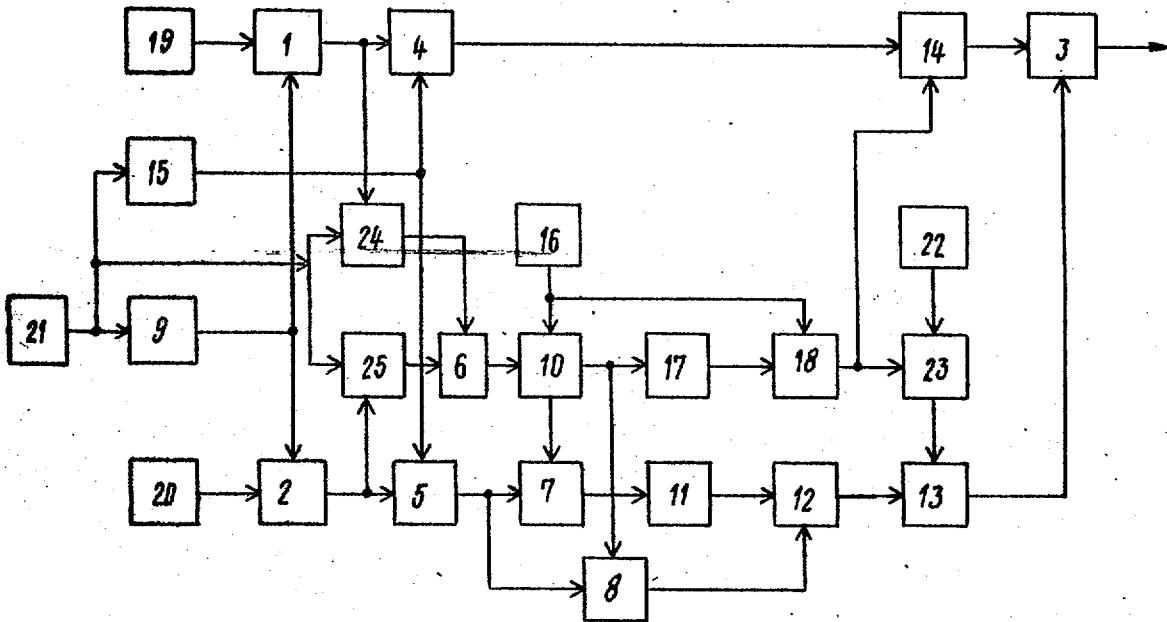
Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 320810, кл. G 06 F 7/38, 1970.

2. Авторское свидетельство СССР № 544962, кл. G 06 F 15/36, 1977.

3. Авторское свидетельство СССР по заявке № 2832171/24, кл. G 06 F 15/36, 29.10.79 (прототип).



Составитель О.Майоров  
 Редактор М.Митровка Техред А.Савка Корректор Л.Бокшан

Заказ 8330/71 Тираж 748 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4