



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 732892

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 14.11.77 (21) 2543554/18-24

(51) М. Кл.<sup>2</sup>

с присоединением заявки № -

G 06 F 15/36

(23) Приоритет -

Опубликовано 05.05.80. Бюллетень № 17

(53) УДК 681.

Дата опубликования описания 07.05.80

.325(088.8)

(72) Автор  
изобретения

А. Н. Морсзевич

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

## (54) СТОХАСТИЧЕСКИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

Изобретение относится к области вычислительной техники и может быть использовано для стохастических вычислений.

Известен стохастический функциональный преобразователь, содержащий счетчики, логические элементы и вероятностный двоичный элемент [1]. Недостатком его является невысокая точность работы.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является стохастический функциональный преобразователь [2], содержащий первый преобразователь "код-вероятность", первый и второй входы которого являются соответственно первым и вторым входами стохастического функционального преобразователя, второй вход первого преобразователя "код-вероятность" подключен к первому входу счетчика числа испытаний, а выход первого преобразователя "код-вероятность" подключен ко входу элемента НЕ и к первому входу первого ключа, второй вход которого подключен к выходу

элемента НЕ. Выход первого ключа подключен к первому входу регистра сдвига, второй вход которого является третьим входом стохастического функционального преобразователя и подключен ко второму входу счетчика числа испытаний и к первому входу сумматора, выходы которого подключены ко входам элементов И группы соответственно, первый вход которого подключен к выходу счетчика числа испытаний. Выход элементов И группы является выходом стохастического функционального преобразователя. Выходы регистра сдвига подключены ко входам группы последовательно соединенных элементов И, выход которых подключен к первому входу переключателя, выходы которого подключены ко входам сумматора соответственно, а входы переключателя подключены к выходам группы элементов "запрет", прямые и инверсные входы которых соединены соответственно с выходами группы элементов И.

Этот функциональный преобразователь не позволяет делить любое число на любое число.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей преобразователя за счет выполнения операции деления любого числа на любое число.

Для достижения поставленной цели преобразователь содержит второй ключ, элемент И, элемент "Запрет", второй преобразователь "код-вероятность", первый вход которого является четвертым входом стохастического функционального преобразователя, второй вход которого подключен ко второму входу второго преобразователя "код-вероятность", выход которого подключен к первым входам элемента "Запрет" и элемента И, второй вход которого подключен ко второму и третьему входам первого ключа, выход которого подключен к первому и второму входам второго ключа, третий вход которого подключен к выходу элемента И, а выход второго ключа соединен со вторым входом элемента "Запрет", выход которого подключен ко второму входу переключателя.

Структурная схема преобразователя приведена на чертеже.

Преобразователь содержит последовательно включенные первый преобразователь 1 "код-вероятность", счетчик 2, числа испытаний, группу 3 элементов И, информационные входы которых подключены к выходам сумматора 4, регистр 5 сдвига, выходы которого подключены ко вторым входам последовательно включенных (двухвходовых) элементов И 6, причем информационный вход регистра 5 подключен к первому входу первого элемента И 6, выход последнего элемента И 6 подключен к первому а входу первого ключа переключателя 7, выходы которого подключены ко входам сумматора 4, а вторые входы — к выходам ряда элементов "Запрет" 8, прямой и инверсный (блокирующий), входы которых подключены ко входу и выходу соответствующего элемента И 6. Информационный вход регистра 5 сдвига подключен к выходу первого ключа 9, первый а вход которого подключен к выходу первого ключа 9, первый а вход которого подключен к выходу преобразователя 1 и входу элемента ИЕ 10, выход которого подключен ко второму в и третьему с входам ключа 9 и первому входу элемента И 11, выход которого подключен к третьему с входу второго ключа 12,

первый а и второй в входы которого объединены и подключены к выходу ключа 9, а выход — ко входам первого из ряда элементов "Запрет" 8 и первому входу элемента запрет 13, второй вход которого подключен ко второму входу элемента И 11 и через второй преобразователь код-вероятность 14 ко второй входной шине (У), а выход — третьему (с) входу первого ключа переключателя 7. Устройство имеет третью входную шину (такт), подключенную к объединенным входам преобразователей 1 и 14 и счетчика 2, четвертую входную шину (установка), подключенную к установочным входам счетчика 2, сумматора 4 и регистра 5, а также выходную шину ( $\bar{z}$ ), подключенную к выходу группы 3 элементов И.

Функционирование устройства определяет положение ключей 7 и 9, 12.

В режиме "возведение в степень" исходное положение — нулевое состояние элементов памяти счетчика 2, сумматора 4 и регистра 5. Ключи находятся в положении а.

При подаче на вход устройства исходного операнда  $x$  и тактовых импульсов преобразователь 1 кодирует величину  $x$  вероятностным кодом  $P(x)$ . Сигналы, формируемые на выходе преобразователя 1, поступают на вход цепочки элементов И 6 и информационный вход регистра сдвига 5. Мгновенные значения вероятностного ("0" или "1") последовательно (с продвижением информации по регистру) перемножаются на элементах И 6. Причем на выходе первого элемента И формируется код  $P(x^2)$ , на выходе второго элемента И — код  $P(x^3)$  и т.д. Одновременно на вход счетчика 2 поступают тактовые импульсы. При переполнении счетчика 2, емкость которого определяет выбранное число испытаний, на управляющий вход элемента И группы 3 поступает сигнал, который считывает информацию с выхода сумматора 4. Этот режим работы аналогичен работе прототипа.

В режиме "обращение числа" исходное состояние — нулевое положение элементов памяти счетчика 2, регистра 5, а в сумматор занесено число  $0...01, 0...$  (одна целая). Ключи находятся в положении в. При этом функционирование устройства основано на реализации зависимости (1), которую при вероятностной форме

представления информации целесообразно представить в виде

$$P\left(\frac{1}{x}\right) = \sum_{i=0}^{\infty} [P(x)]^i, \quad (1)$$

где  $P(x) = 1 - P(x)$  реализуется с помощью элементов НЕ (инвертора) 10 и блокирующих входов элементов "Запрет" 8. При ограничении ряда (2)  $m-1$  членами возникает методическая погрешность

$$\Delta = \sum_{i=m-1}^{\infty} [P(x)]^i \quad (2)$$

Нулевой член ряда (2) равен "1" и поэтому исходное состояние сумматора 4 тоже равно "1".

Учитывая, что при возведении в степень с помощью регистра сдвига  $P^i(x)$  и  $P(x)^{i-1}$  оказываются совместными, так как мгновенное значение  $P(x) = 1$ , тогда и только тогда, когда  $P^{i-1}(x) = 1$  ( $i = 1, 2, \dots, n-1$ ), можно упростить режим работы сумматора, накапливающего сумму вида (2). Так при выбранном числе членов ряда (2), например,  $m=3$ , может возникнуть ситуация, когда за один такт необходимо просуммировать 0, 1 или 2 импульса. Причем один импульс на суммирование поступает, когда  $P_1^1(x) = 1$ , а  $P_1^2(x) = 0$ . Два импульса необходимо суммировать когда  $P_1^1(x) = 1$  и  $P_1^2(x) = 1$ . В этом случае можно с выхода элемента И 6 на сумматор 4 занести +2, заблокировав (запретив) при этом занесение +1 в сумматор 4 с выхода элемента НЕ 10. При ограничении членов ряда (2) числом  $m-1$  используется  $(m-1)$ -разрядный регистр сдвига. Однако существует вероятность, отличная от нуля, того, что в последовательности  $P(x)$  подряд найдутся (или будут сформированы) единичных сигналов больше чем  $m-1$ . В этом случае на вход сумматора записываются сигналы с весом  $+(m-1)$ , что реализовано в устройстве.

Вычисления заканчиваются с приходом тактового импульса, который переполняет счетчик 2. Этот режим работы также аналогичен работе прототипа.

В режиме "деление часел" исходное состояние - нулевое положение элементов памяти счетчика 2, регистра 5 и сумматора 4. Ключи находятся в положении с. При этом функционирование устройства основано на реализации зависимости

$$Z = \frac{y}{x} = y \cdot \frac{1}{x} = y \cdot \sum_{i=0}^{\infty} (1-x)^i$$

или в вероятностной форме

$$P\left(\frac{y}{x}\right) = P(y) \sum_{i=0}^{\infty} [P(x)]^i \quad (3)$$

Как и в предыдущем режиме  $P(x) = 1 - P(x)$  реализуется с помощью элементов НЕ 10. Так как на вход первого элемента 6 с выхода ключа 12 поступает результат перемножения  $P(y) \cdot P(1-x)$ , то на выходе первого элемента И 6 сформируется величина  $P(y) [P(1-x)]^2$ , т.е. второй член ряда (3), на выходе второго -  $P(y) [P(1-x)]^3$ , т.е. третий член ряда (3), и т.д. Очевидно, что в этом случае вес "единиц", поступающих на сумматор 4 с входов элементов "Запрет" 8 должен быть увеличен на единицу. С весом единицы младшего разряда на сумматор поступают сигналы с выхода элемента 13 (формируется первый член ряда). Ограничение членов ряда в этом случае приведено к ошибке

$$\Delta = y \cdot \sum_{i=m-2}^{\infty} [P(x)]^i$$

Режим работы сумматора аналогичен предыдущему случаю. Вычисления заканчиваются с приходом тактового импульса, который переполняет счетчик 2.

Таким образом, увеличение количества оборудования (преобразователь код-вероятность, элемент И, элемент "Запрет", и ключ) позволяет расширить функциональные возможности предложенного устройства.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Стохастический функциональный преобразователь, содержащий первый преобразователь "код-вероятность", первый и второй входы которого являются соответственно первым и вторым входами стохастического функционального преобразователя, второй вход первого преобразователя "код-вероятность" подключен к первому входу счетчика числа испытаний, а выход первого преобразователя "код-вероятность" - ко входу элемента НЕ и к первому входу первого ключа, второй вход которого подключен к выходу элемента НЕ, а выход первого ключа подключен к первому входу регистра сдвига, второй вход которого является третьим входом стохастического функционального преобразователя и подключен ко второму входу счетчика числа испытаний и к первому входу сумматора, выходы которого подключены ко входам элементов И группы соответственно, первый вход которых подключен к выходу счетчика числа испытаний, а выход элементов И группы является выходом стохастического функционального преоб-

разователя, выходы регистра сдвига подключены ко входам группы последовательно соединенных элементов И соответственно, выход которых подключен к первому входу переключателя, выходы которого подключены ко входам сумматора соответственно, а входы переключателя подключены к выходам группы элементов "Запрет", прямые и инверсные входы которых соединены соответственно с выходами и входами группы элементов И, отличающийся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей преобразователя за счет выполнения операции деления любого числа на любое число, оно содержит второй ключ, элемент И, элемент "Запрет", второй преобразователь "код-вероятность", первый вход которого является четвертым входом стохастического функционального преобразователя, второй вход которого

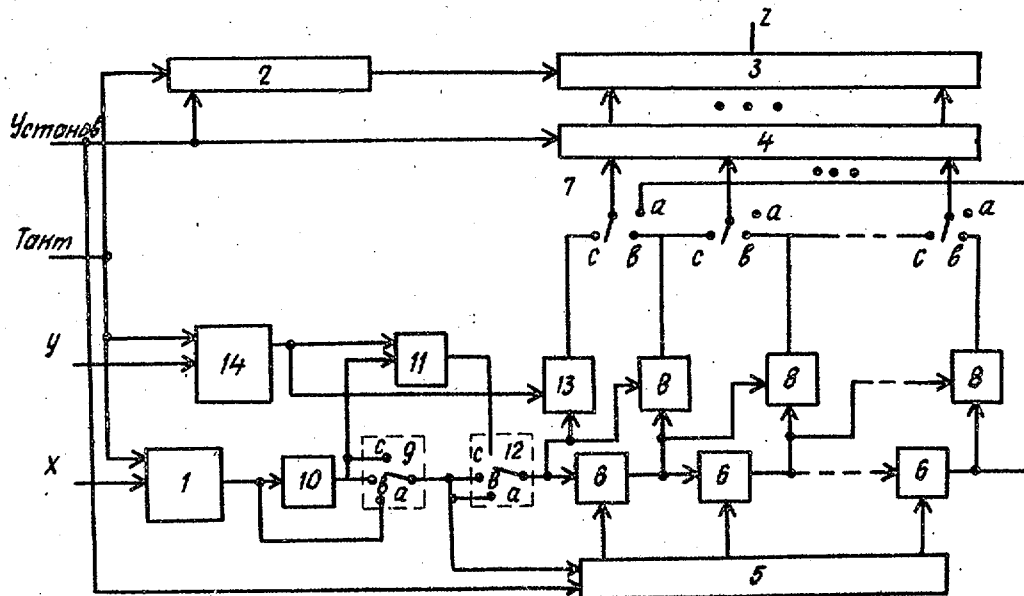
го подключен ко второму входу второго преобразователя "код-вероятность", выход которого подключен к первым входам элемента "Запрет" и элемента И, второй вход которого подключен ко второму и третьему входам первого ключа, выход которого подключен к первому и второму входам второго ключа, третий вход которого подключен к выходу элемента И, а выход второго ключа соединен со вторым входом элемента "Запрет", выход которого подключен ко второму входу переключателя.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Гладкий В. С. Вероятностные вычислительные модели, "Наука", 1973, с. 108-110.

2. Авторское свидетельство СССР по заявке № 2412426/18-24, кл. G 06-F 15/35, 1976 (прототип).



Составитель А. Карасов

Редактор Л. Утехина    Техред Э. Чужик    Корректор Ю. Макаренко

Заказ 1739/39    Тираж 751    Подписное

ЦНИИПИ 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