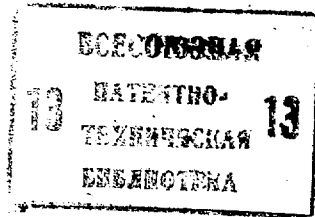




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3393501/18-24
- (22) 12.02.82
- (46) 30.05.83. Бюл. № 20
- (72) В. Н. Ярмолик
- (71) Минский радиотехнический институт
- (53) 681.325(088.8)
- (56) 1. Яковлев В. В., Федоров Р. Ф. Вероятностные вычислительные машины. Л., "Машиностроение", 1974, с. 247.
- 2. Там же, с. 254.
- 3. Авторское свидетельство СССР № 527012, кл. Н 03 К 5/13, 1972.
- 4. Авторское свидетельство СССР по заявке № 3252992/18-24, кл. G 06 F 7/58, 1981 (прототип).

(54)(57) ГЕНЕРАТОР ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ, содержащий генератор тактовых импульсов, выход которого подключен к первому входу элемента ЗАПРЕТ, к второму входу которого подключен выход счетчика, регистр сдвига, состоящий из D-триггеров, выход элемента ЗАПРЕТ подключен к первому входу элемента ИЛИ, к второму входу которого подключен выход генератора одиночных импульсов, а выход элемента ИЛИ подключен к С-входам m (m - число разрядов генератора) D-триггеров регистра сдвига, единичные выходы которых подключены к первым входам соответствующих m элементов И группы, вторые входы которых являются первой группой входов генератора, выходы m элементов И группы подключены к соответствующим входам m -входного сумматора по модулю два, отличающийся тем, что, с целью повышения быстродействия, он содержит элемент задержки,

элемент НЕ, группу из m элементов 2И-ИЛИ, RS-триггер, в регистр сдвига дополнительно введены m D-триггеров и m элементов 2И-ИЛИ, причем выход элемента задержки подключен к входу счетчика и к С-входу RS-триггера, а к входу элемента задержки подключен выход генератора одиночных импульсов, выход генератора тактовых импульсов подключен к входу счетчика, выход которого подключен к входу элемента НЕ и к первым входам m элементов 2И-ИЛИ регистра сдвига, вторые выходы которых подключены к выходу элемента НЕ, к третьему входу первого элемента 2И-ИЛИ регистра сдвига подключен выход m -входного сумматора по модулю два, а третий вход $(n+1)$ -го ($n=1, m-1$) элемента 2И-ИЛИ регистра сдвига подключен к единичному выходу n -го D-триггера регистра сдвига, четвертый вход i -го ($i=1, m$) элемента 2И-ИЛИ регистра сдвига подключен к выходу i -го элемента 2И-ИЛИ группы, С-входы m дополнительных D-триггеров регистра сдвига подключены к выходу элемента ИЛИ, а к D-входу $(n+1)$ -го дополнительного D-триггера регистра сдвига подключен выход n -го дополнительного D-триггера регистра сдвига, к D-входу первого дополнительного D-триггера регистра сдвига подключен единичный выход m -го D-триггера регистра сдвига, к первому и второму входам элементов 2И-ИЛИ группы подключены единичный и нулевой выходы RS-триггера соответственно, выходы $(2i-1)$ -х D-триггеров и дополнительных D-триггеров регистра сдвига соединены с третьими входами i -х элементов 2И-ИЛИ группы, выходы $2i$ -х D-триггеров и дополнительных D-триг-

(19) **SU** (11) **1020821** **A**

геров регистра сдвига соединены с четвертыми входами 1-х элементов 2И-ИЛИ группы, RS-входы D-триггеров

и дополнительных D-триггеров регистра сдвига и RS-триггера являются второй группой входов генератора.

1

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано в качестве устройства для определения топологии связей многовходового сумматора по модулю два, на выходе которого формируется сдвинутые копии псевдослучайных последовательностей. Использование сдвинутых копий псевдослучайных последовательностей позволяет строить экономичные генераторы псевдослучайных чисел, а также организовать автономные устройства для имитации случайных процессов с заданными характеристиками.

Известен генератор псевдослучайных чисел, содержащий регистр сдвига с сумматором по модулю два в цепи обратной связи [1].

Недостатком устройства является невозможность получения копий псевдослучайной последовательности сдвинутых более, чем на m тактов, где m - разрядность регистра сдвига.

Известен параллельный генератор псевдослучайных чисел, который позволяет получать копии псевдослучайной последовательности, сдвинутые на значительно большее число тактов [2].

Однако данное устройство позволяет получать копии псевдослучайной последовательности только лишь для частного случая, когда схема цепи обратной связи регистра сдвига состоит только из одного полусумматора.

Известно устройство для формирования сдвинутых копий псевдослучайного сигнала, позволяющее определить топологию связей сумматора по модулю два, на выходе которого получается копия исходной псевдослучайной M - последовательности сдвинутая на произвольное количество тактов. Причем в данном устройстве эта задача решается для общего случая, т.е. для случая, когда в цепи обратной связи регистра сдвига включен многовходовой сумматор по модулю два [3].

Однако устройство характеризуется сложностью аппаратного построения, кото-

2

рая в основном определяется наличием элементов памяти.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому является генератор псевдослучайных последовательностей, состоящий из генератора тактовых импульсов, первого элемента ЗАПРЕТ, регистра сдвига с сумматором по модулю два в цепи обратной связи и элементами И, дешифратора, второго элемента ЗАПРЕТ, счетчика, двухвходового элемента И, двухвходового элемента ИЛИ, генератора одиночных импульсов и элемента индикации. Генератор отличается значительно уменьшенными аппаратными затратами, что объясняется отсутствием элементов памяти [4].

Однако устройство обладает низким быстродействием. Для определения топологии связей многовходового сумматора по модулю два, на выходе которого формируется сдвинутая на d тактов копия псевдослучайной последовательности, в рассмотренном устройстве необходимо выполнить $d-1$ тактов моделирования его работы. При больших значениях d , например $d > 2^{50}$, задача определения топологии связей многовходового сумматора на существующей элементной базе практически неразрешима.

Цель изобретения - увеличение быстродействия генератора псевдослучайных последовательностей и расширение его функциональных возможностей. Расширение функциональных возможностей осуществляется за счет возможности определения топологии сумматора по модулю два, на выходе которого формируется копия псевдослучайной последовательности.

Для достижения поставленной цели в генератор псевдослучайных последовательностей, содержащий генератор тактовых импульсов, выход которого подключен к первому входу элемента ЗАПРЕТ, к второму входу которого подключен выход счетчика, регистр сдвига, состоящий из D-триггеров, выход элемента ЗАПРЕТ подключен к первому входу элемента ИЛИ, к

второму входу которого подключен выход генератора одиночных импульсов, а выход элемента ИЛИ подключен к С-входам (m — число разрядов генератора) D-триггеров регистра сдвига, единичные выходы которых подключены к первым входам соответствующих m элементов И группы, вторые входы которых являются первой группой входов генератора, выходы m элементов И группы подключены к соответствующим входам m -входного сумматора по модулю два, введены элемент задержки, элемент НЕ, группа из m элементов 2И-ИЛИ и RS-триггер, в регистр сдвига дополнительно введены m D-триггеров и m элементов 2И-ИЛИ, выход элемента задержки подключен к входу и к С-входу RS-триггера, а к входу элемента задержки подключен выход генератора одиночных импульсов, выход генератора тактовых импульсов подключен в входу счетчика, выход которого подключен к входу элемента НЕ и к первым входам m элементов 2И-ИЛИ регистра сдвига, вторые входы которых подключены к выходу элемента НЕ, к третьему входу первого элемента 2И-ИЛИ регистра сдвига подключен выход m -входного сумматора по модулю два, а третий вход ($n+1$)-го ($n=1, m-1$) элемента 2И-ИЛИ регистра сдвига подключен к единичному выходу n -го D-триггера регистра сдвига, четвертый вход i -го ($i=1, m$) элемента 2И-ИЛИ регистра сдвига подключен к выходу i -го элемента 2И-ИЛИ группы, С-входы дополнительных D-триггеров регистра сдвига подключены к выходу элемента ИЛИ, а к D-входу ($n+1$)-го дополнительного D-триггера регистра сдвига подключен выход n -го дополнительного D-триггера регистра сдвига, к D-входу первого дополнительного D-триггера регистра сдвига подключен единичный выход m -го D-триггера регистра сдвига, к первому и второму входам элемента 2И-ИЛИ группы подключены единичный и нулевой выходы RS-триггера соответственно, выходы $(2i-1)$ -х D-триггеров и дополнительных D-триггеров регистра сдвига соединены с третьими входами i -х элементов 2И-ИЛИ группы, выходы $2i$ -х D-триггеров и дополнительных D-триггеров регистра сдвига соединены с четвертыми входами i -х элементов 2И-ИЛИ группы, RS-входы D-триггеров и дополнительных D-триггеров регистра сдвига и RS-триггера являются второй группой входов генератора.

На фиг. 1 и 2 приведена схема генератора для общего случая и для случая $m=5$ соответственно.

Генератор псевдослучайных последовательностей состоит из генератора 1 тактовых импульсов, элемента ЗАПРЕТ 2, счетчика 3, элемента 4 задержки, генератора 5 одиночных импульсов, элемента ИЛИ 6, элемента НЕ 7, D-триггеров 8 регистра сдвига, дополнительных D-триггеров 9 регистра сдвига, элементов И 10, сумматоры 11 по модулю два, элементов 2И-ИЛИ 12 регистра сдвига, элементов 2И-ИЛИ 13 и RS-триггера 14.

Функционирование генератора псевдослучайных последовательностей происходит следующим образом.

Перед началом работы генератора по входам D-триггеров 8 регистра сдвига заносится код начального состояния. Начальный код записывается по RS-входам D-триггеров 8 регистра сдвига. По аналогичным входам триггеров счетчика 3 на счетчик 3 записывается код предуставки. Запись кода обеспечивает получение коэффициента пересечения счетчика. И, наконец, на RS-триггер 14 записывается значение двоичной цифры b_0 .

При включении генератора 1 тактовых импульсов через элемент ЗАПРЕТ 2 и элемент ИЛИ 6 тактовые импульсы поступают на С-входы D-триггеров 8 и дополнительных триггеров 9. Единичный сигнал с выхода счетчика 3 поступает на первые выходы элементов 2И-ИЛИ 12, а нулевой сигнал с выхода элемента НЕ 7 поступает на третий вход элементов 2И-ИЛИ 12. Таким образом, D-триггеры 8, сумматор по модулю два 11 и элементы И 10 организуют регистр с сумматором по модулю два в цепи обратной связи, генерирующий M-последовательность. При поступлении тактовых импульсов на регистр сдвига генерируется M-последовательность, причем символы M-последовательности с выхода последнего D-триггера 8 регистра сдвига вдвигаются в сдвиговой регистр сформированный дополнительными триггерами 9. По истечении m тактов, когда через элемент ЗАПРЕТ 2 пройдет m импульсов на выходе счетчика 3 сформируется нулевой сигнал, который прервет поступление тактовых импульсов на С-входы D-триггеров 8 и 9 регистра сдвига.

Нулевой уровень на выходе блока 3 размыкает межразрядные связи в регистре 8 сдвига и на вход i -го ($i=1, m$) триггера 8 регистра сдвига через i -ый

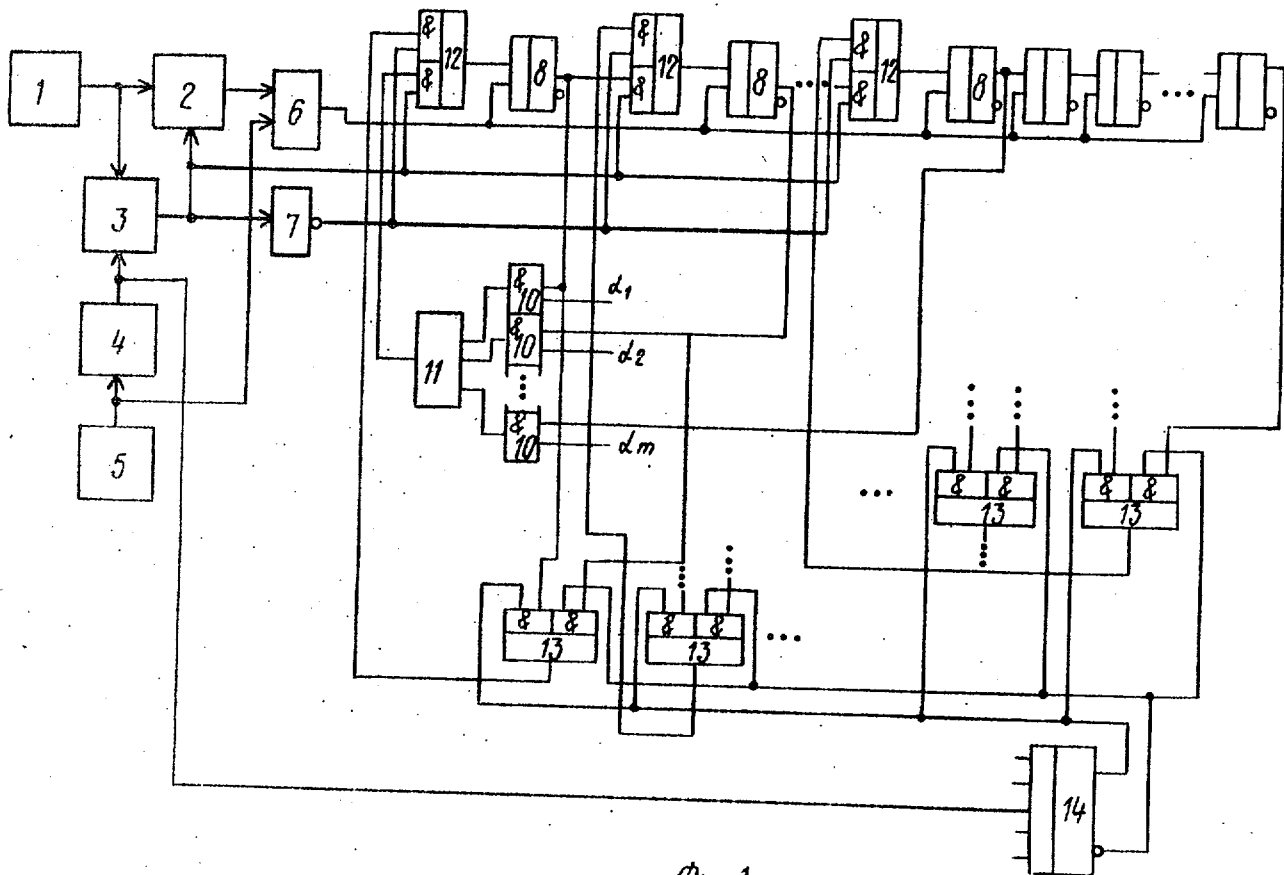
элемент 2И-ИЛИ 12 подключает выход 1-го элемента 2И-ИЛИ 13. В зависимости от состояния триггера 14, т.е. от значения ξ_0 на входы D-триггеров 8 подключаются выходы четных или нечетных триггеров группы триггеров, состоящей из триггеров 8 и 9 регистра сдвига. При $\xi_0 = 0$ на выход первого триггера будет подключен выход второго триггера, на вход второго триггера будет подключен выход четвертого триггера и т.д., а на вход m-го триггера выход 2m-го. При $\xi_0 = 1$ на вход первого триггера будет подключен выход первого триггера, на вход второго триггера выход третьего триггера и т.д., а на вход n-го триггера выход 2n-1-го. Далее при нажатии кнопки генератора 5 одиночных импульсов одиночный импульс через элемент ИЛИ 6 поступает на C-вход D-триггеров 8 и 9 регистра сдвига. По истечении времени τ , определяемого временем задержки элемента 4 задержки, на C-вход RS-триггера 14 и управляющие входы счетчика 3 поступает управляющий сигнал, который записывает на RS-триггер 14 значение цифры ξ_1 , а на триггеры счетчика 3 код предустановки. После установки кода $2^{\lceil \log_2 m \rceil}$ на триггеры счетчика 3 про-

цесс функционирования полностью повторяется. Окончательно функционирование устройства прекращается только после выполнения n+2 подобных тактов.

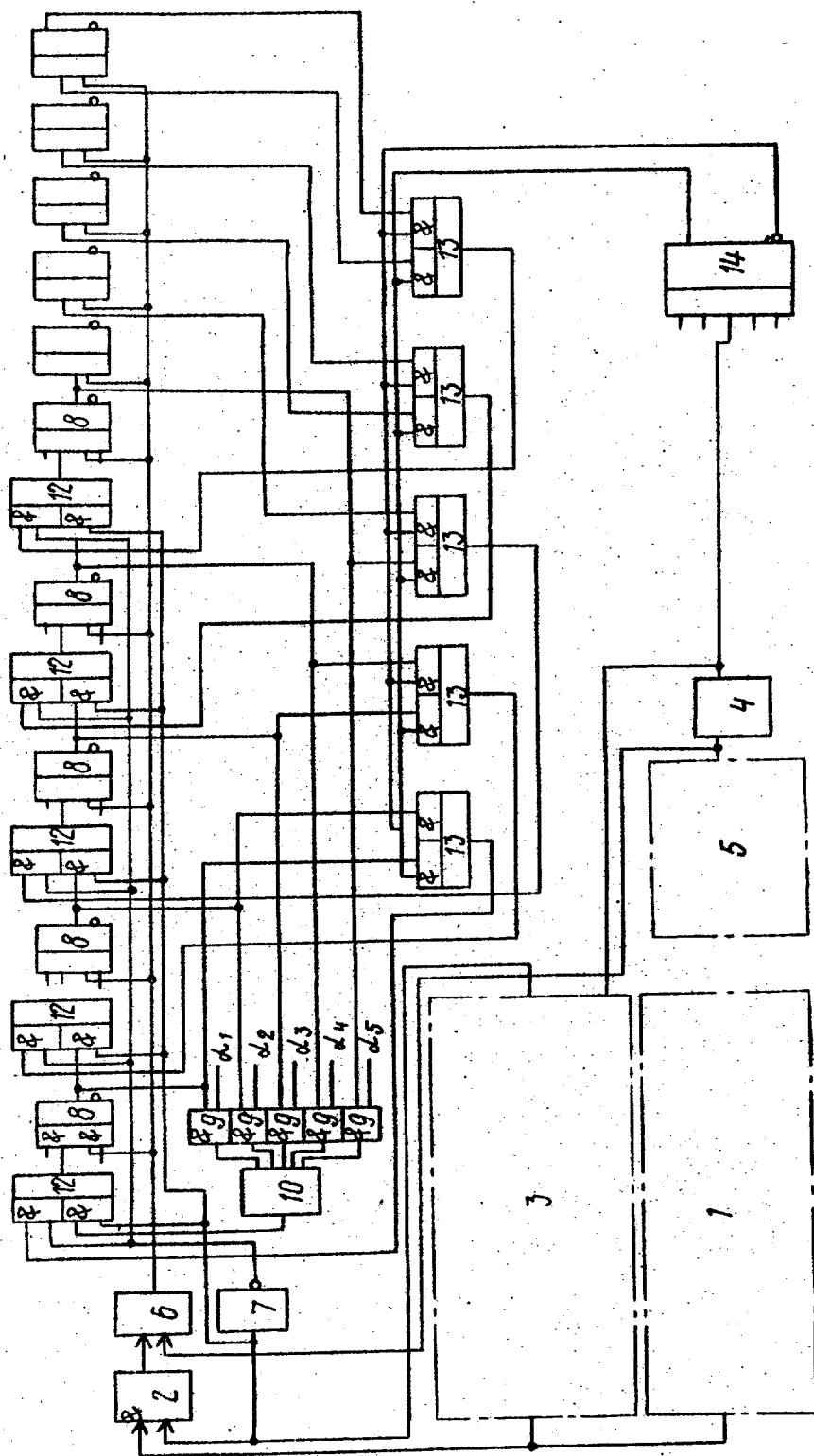
Увеличение быстродействия устройства позволяет расширить его функциональные возможности. Так оказывается возможным определение коэффициентов, позволяющих получить копии M-последовательностей, сдвинутых на астрономические число тактов, т.е. для $d > 2^{200}$ и т.д.

Преимущества предлагаемого генератора по сравнению с известным заключается в возможности получения копий псевдослучайной последовательности на большее число тактов, что в конечном счете позволит существенно расширить функциональные возможности базового объекта.

Применение предлагаемого генератора, позволяющего получать сдвинутые копии псевдослучайной последовательности, отличающегося повышенным быстродействием, позволит строить высоконадежные, стабильные и высококачественные генераторы псевдослучайных чисел, тем самым повысить точность и достоверность решения задач методом Монте-Карло.



Фиг. 1



Фиг. 2

Составитель А. С. Карасов
 Редактор С. Юско Техред Е. Рубцова Корректор А. Дзятко

Заказ 3898/41 Тираж 706 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