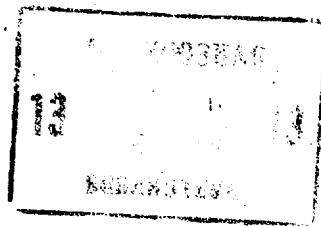




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3604356/18-24
(22) 10.06.83
(46) 30.08.84. Бюл. № 32
(72) Э.А. Баканович, Н.А. Волорова и А.Н. Попов
(71) Минский радиотехнический институт
(53) 681.325(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР № 723632, кл. G 06 F 7/58, 1978.
2. Авторское свидетельство СССР № 752311, кл. G 06 F 7/58, 1978.
3. Авторское свидетельство СССР № 800988, кл. G 06 F 7/58, 1979.
4. Авторское свидетельство СССР № 966692, кл. G 06 F 7/58, 1981 (прототип).
(54) (57) ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА, содержащий генератор тактовых импульсов, первый генератор равновероятных случайных чисел, группу сумматоров, группу блоков памяти, шифратор, регистр сдвига и элемент задержки, причем вход запуска генератора тактовых импульсов является входом "Пуск" генератора и соединен с установочным входом регистра сдвига, выход генератора тактовых импульсов соединен с входами первого генератора равновероятных случайных чисел и элемента задержки, а также со считывающими входами блоков памяти группы, выход первого генератора равновероятных случайных чисел подключен к первым входам сумматоров группы, синхронизирующие входы которых и вход "Сдвиг" регистра сдвига соединен с выходом элемента задержки, вторые входы сумматоров группы подключены к выходам соответствующих блоков па-

мяти группы, выходы сумматоров группы соединены с входами шифратора соответственно, выходы которого подключены к информационным входам регистра сдвига соответственно, выходы регистра сдвига соединены с адресными входами соответствующих блоков памяти группы, о т л и ч а ю щ и с я тем, что, с целью расширения функциональных возможностей за счет формирования заданной многомерной функции распределения вероятностей и повышения точности за счет равномерной аппроксимации заданной функции распределения вероятностей, он содержит второй генератор равновероятных случайных чисел, счетчик, триггер, группу элементов И и преобразователь код - напряжение, причем вход "Пуск" генератора соединен с входом обнуления счетчика и с нулевым входом триггера, счетный вход счетчика подключен к выходу элемента задержки, выход переполнения счетчика соединен с единичным входом триггера, единичный выход которого подключен к первым входам элементов И группы, вторые входы первых 1 элементов И группы (1 - число выходов дешифратора) соединены соответственно с первыми 1 выходами регистра сдвига, а вторые входы остальных г элементов И группы соединены с выходами второго генератора равновероятных случайных чисел соответственно, вход которого подключен к выходу элемента задержки, выходы элементов И группы соединены с входами преобразователя код - напряжение соответственно, выход которого является выходом генератора.

№ SU (11) 1111159 A

Изобретение относится к области вычислительной техники и может быть использовано при решении задач моделирования систем с учетом случайных внешних возмущающих факторов и случайных отклонений параметров объектов, а также при построении автоматизированных испытательных комплексов.

Известны устройства, моделирующие случайные процессы с заданными статистическими характеристиками.

Известен генератор случайного процесса, содержащий генератор равномерно распределенных случайных чисел, регистр сдвига, элемент масштабирования, первый и второй функциональные преобразователи, группу элементов масштабирования, блок сравнения и блок развертки [1].

Однако это устройство не обеспечивает стабильность характеристик формируемого процесса, так как первый и второй функциональные преобразователи реализованы с помощью группы ЭЛТ-политронов, кроме того, применение политронов существенно увеличивает габариты устройства и усложняет программное управление его работой.

Известен генератор случайных процессов, содержащий датчик случайных сигналов, блок сравнения, два ключа, элемент памяти, блок памяти, блок регистрации, блок развертки, функциональный преобразователь, счетчик и источник опорного напряжения [2].

Указанное устройство не позволяет формировать случайные процессы, описываемые функцией распределения вероятностей с размерностью более двух, кроме того, использование аналоговой элементной базы ухудшает точностные характеристики устройства.

Известен генератор случайного процесса, содержащий регистр сдвига, группу блоков умножения, суммирующий блок, преобразователь код - напряжение, дешифратор, счетчик и умножитель [3].

Однако это устройство позволяет формировать случайный процесс с заданной спектральной плотностью мощности и не обеспечивает генерацию случайного процесса с заданной многомерной функцией распределения вероятностей.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является генера-

тор многомерных случайных величин, содержащий генератор тактовых импульсов, шифратор, генератор равномерно распределенных случайных чисел, группу сумматоров, группу блоков памяти, регистр сдвига, регистр адреса и элемент задержки [4].

Недостатком данного устройства является то, что оно не обеспечивает формирование случайного процесса с заданным многомерным законом распределения вероятностей, что сужает его функциональные возможности.

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей устройства путем формирования случайного процесса с заданной многомерной функцией распределения вероятностей и повышения точности путем равномерной аппроксимации заданной функции распределения вероятностей.

Для достижения указанной цели в генератор случайного процесса, содержащий генератор тактовых импульсов, первый генератор равновероятных случайных чисел, группу сумматоров, группу блоков памяти, шифратор, регистр сдвига и элемент задержки, причем вход запуска генератора тактовых импульсов является входом "Пуск" генератора и соединен с установочным входом регистра сдвига, выход генератора тактовых импульсов соединен с входами первого генератора равновероятных случайных чисел и элемента задержки, а также со считывающими входами блоков памяти группы, выход первого генератора равновероятных случайных чисел подключен к первым входам сумматоров группы, синхронизирующие входы которых и вход "Сдвиг" регистра сдвига соединены с выходом элемента задержки, вторые входы сумматоров группы подключены к входам соответствующих блоков памяти группы, выходы сумматоров группы соединены с входами шифратора соответственно, выходы которого подключены к информационным входам регистра сдвига соответственно, выходы регистра сдвига соединены с адресными входами соответствующих блоков памяти группы, введены второй генератор равновероятных случайных чисел, счетчик, триггер, группа элементов И и преобразователь код - напряжение, причем вход "Пуск" генератора соединен с входом обнуления счетчика и с нулевым входом триггера, счетный

вход счетчика подключен к выходу элемента задержки, выход переполнения счетчика соединен с единичным входом триггера, единичный выход которого подключен к первым входам элементов И группы, вторые входы первых 1 элементов И группы (1 - число выходов дешифратора) соединены соответственно с первыми 1 выходами регистра сдвига, а вторые входы остальных r элементов И группы соединены с выходами второго генератора равновероятных случайных чисел соответственно, вход которого подключен к выходу элемента задержки, выходы элементов И группы соединены с входами преобразователя код - напряжение соответственно, выход которого является выходом генератора.

Суть изобретения состоит в том, что случайный процесс с заданной многомерной функцией распределения вероятностей $F(X_1, X_2, \dots, X_n)$ формируется на основе многомерной случайной величины $\bar{X} = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$. При этом осуществляется не циклическое формирование реализаций многомерной случайной величины $\bar{X}^1, \bar{X}^2, \bar{X}^3, \dots$, а непрерывное генерирование одной составляющей многомерной случайной величины $X_1(t)$ ($t=0, 1, 2, \dots$), причем любая совокупность n соседних значений случайного процесса $\{X(t-n+1), X(t-n+2), \dots, X(t-1)\}, X(t)\}$, подчиняется заданной многомерной функции распределения вероятностей. Формируемые непосредственно после пуска генератора ($n-1$) значения случайного процесса являются искаженными, так как генерируются в отсутствие набора предшествующих значений. Поэтому передача на выход устройства значений, формируемых непосредственно после пуска генератора, блокируется. Для повышения точности воспроизведения заданной многомерной функции распределения вероятностей она равномерно аппроксимируется путем использования дополнительного генератора равновероятных случайных чисел.

На фиг. 1 приведена блок-схема шифратора; на фиг. 2 - блок-схема генератора случайного процесса.

Генератор случайного процесса содержит генератор 1 тактовых импульсов, первый генератор 2 равновероятных случайных чисел, элемент 3 задержки, группу 4 сумматоров, груп-

пу 5 блоков памяти, шифратор 6, счетчик 7, регистр 8 сдвига, триггер 9, второй генератор 10 равновероятных случайных чисел, группу 11 элементов И, преобразователь 12 код - напряжение.

Шифратор 6 (фиг. 2) содержит группу 13 элементов И и группу 14 элементов ИЛИ. i -е входы шифратора 6 ($i=1, 2, \dots, 2^e-1$, где 1 - количество одновременно формируемых разрядов) соединены с прямыми входами группы 13 элементов И, выход каждого из элементов И группы 13 элементов И подключен к инверсным входам всех предыдущих элементов И группы 13 элементов И, входы i -го элемента ИЛИ ($i=1, 2, \dots, 1$) группы 14 элементов ИЛИ соединены с выходами i -х элементов И ($i=2^{j-1} (1+2m)$, $m=0, 1, 2, \dots$) группы 13 элементов И, выходы группы 14 элементов ИЛИ соединены с выходами шифратора 6.

Генератор случайного процесса работает следующим образом.

Для формирования случайного процесса $X(t)$ на вход устройства подается сигнал "Пуск", поступающий на вход запуска генератора 1 тактовых импульсов, установочный вход регистра 8 сдвига, вход обнуления счетчика 7 и первый установочный вход триггера 9. Под воздействием данного сигнала триггер 9 устанавливается в нулевое состояние, счетчик 7 обнуляется, в регистр 8 сдвига записывается код 00...01 (единица в младшем разряде), а генератор 1 тактовых импульсов начинает вырабатывать последовательность тактовых импульсов.

Импульс, сформированный генератором 1 тактовых импульсов, поступает на вход первого генератора 2 равновероятных случайных чисел, на вход элемента 3 задержки и на первые входы группы 5 блоков памяти. Первый генератор 2 равновероятных случайных чисел вырабатывает код случайного числа, равномерно распределенного на интервале (0, 1). Тактовый импульс, поступивший на первые входы группы 5 блоков памяти, обеспечивает считывание информации из ячеек, адрес которых поступает с выхода регистра 8 сдвига на вторые входы группы 5 блоков памяти. Первым тактовым импульсом производится считывание информации из ячеек с адресом 00...01. В блоках памяти хранится

записанная в виде отрицательных чисел в обратном коде информации о многомерной функции распределения вероятностей. С выходов группы 5 блоков памяти считанные числа поступают на третьи входы группы 4 сумматоров, на первые входы которых поступают случайное число, сформированное первым генератором 2 равновероятных случайных чисел. Тактовый импульс проходит через элемент 3 задержки и поступает с его выхода на вторые входы группы 4 сумматоров, разрешая выполнение операции сложения. Кроме того, задержанный тактовый импульс поступает на вход второго генератора 10 равновероятных случайных чисел, счетный вход счетчика 7 и управляющий вход регистра 8 сдвига, в котором выполняется сдвиг числа в сторону старших разрядов.

При сложении чисел, поступивших на входы группы 4 сумматоров, производится сравнение равномерно распределенного случайного числа с кодами вероятностей, поступившими из группы 5 блоков памяти. Так как коды вероятностей записаны в группе 5 блоков памяти в обратном коде, то с выходов группы 4 сумматоров на входы шифратора 6 поступает код вида $11\dots 10\dots\dots 00$. В этом коде информативным является разряд, в котором находится первый (считая от младших разрядов) единичный сигнал. Группа 13 элементов И, входящих в состав шифратора 6, выделяет этот сигнал и пропускает его на входы группы 14 элементов ИЛИ. Входы группы 14 элементов ИЛИ соединены с выходами группы 13 элементов И таким образом, что входы j -го элемента ИЛИ ($j=1,2,\dots,1$) группы 14 элементов ИЛИ подключены к выходам i -х элементов И, $i=2^{j-1}(1+2m)$, $m=0,1,2,\dots$, группы 13 элементов И, что позволяет преобразовать унитарный код, снимаемый с выходов группы 13 элементов И в двоичный код, получаемый на выходах группы 14 элементов ИЛИ. Число входов K шифратора 6 связано с числом его выходов 1 соотношением $K=2^e-1$.

Таким образом, на выходе шифратора 6 вырабатывается код, определяющий 1 разрядов многомерной случайной величины $\bar{X}=\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ и тем самым задающий значение ее составляющей X_n . Данный код поступает на информационные разряды регистра 8 сдвига и за-

писывается в освободившиеся в результате сдвига младшие разряды регистра 8 сдвига.

Задержанный элементом 3 задержки тактовый импульс, приходя на счетный вход счетчика 7, увеличивает его содержимое на единицу.

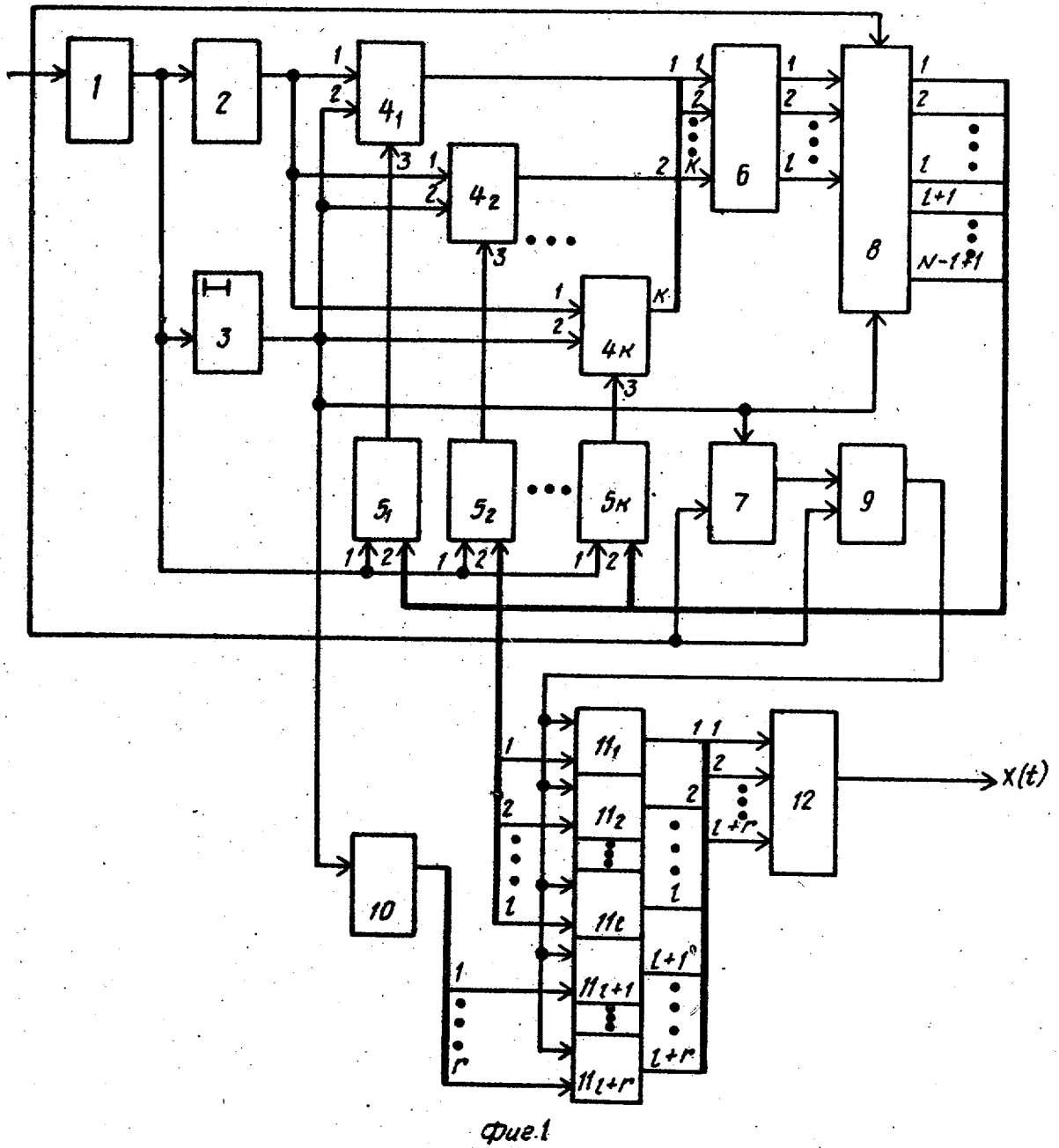
При формировании следующих $n-2$ тактовых импульсов генератором 1 тактовых импульсов составляющие $X_{n-1}, X_{n-2}, \dots, X_2$ многомерной случайной величины \bar{X} формируются аналогично. Триггер 9 находится в нулевом состоянии и запрещает прохождение сигналов с выходов 1 младших разрядов регистра 8 сдвига и аппроксимирующих равновероятных кодов с выхода второго генератора 10 равновероятных случайных чисел на входы группы 11 элементов И.

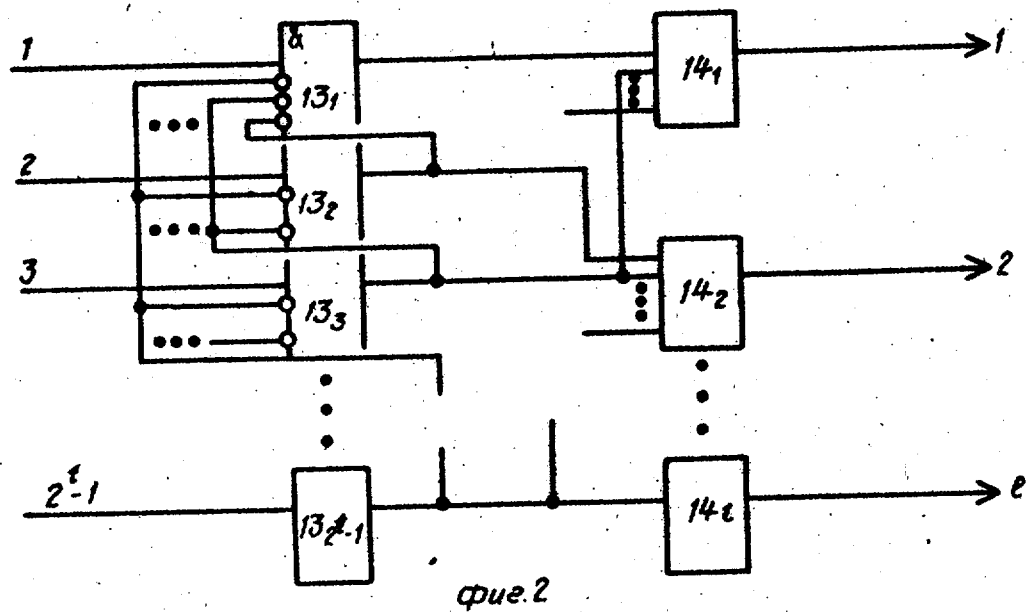
При поступлении n -го с момента запуска устройства тактового импульса формируется значение составляющей X_1 и заносится в младшие разряды регистра 8 сдвига. Кроме того, данный импульс, поступая на счетный вход счетчика 7, вырабатывает в нем сигнал переполнения, который с выхода счетчика 7 передается на второй установочный вход триггера 9 и переводит триггер 9 в единичное состояние. Разрешающий сигнал с выхода триггера 9 поступает на первые входы группы 11 элементов И. 1-разрядный код составляющей X_1 с выходов 1 младших разрядов регистра 8 сдвига и аппроксимирующий r -разрядный код равновероятного числа с выхода второго генератора 10 равновероятных случайных чисел передаются на входы группы 11 элементов И и поступают на входы преобразователя 12 код - напряжение. Преобразователь 12 код - напряжение представляет собой сетку сопротивлений $R-2R$, линейно преобразующую входной набор сигналов в выходное напряжение $X(t)$ (в качестве преобразователя 12 код - напряжения могут быть, в частности, использованы микросхемы 304 ИД1, 2, 3, 4, 5, 6 ОЖО.344.000 ТУ).

Сформированное в данном такте напряжение $X(t)$ сохраняется на выходе устройства до прихода нового набора входных сигналов на входы преобразователя 12 код - напряжение, выработанного после формирования генератором 1 тактовых импульсов следующего тактового импульса.

Применение второго генератора 10 равновероятных случайных чисел повышает точность воспроизведения многомерной функции распределения $F(X_1, X_2, \dots, X_n)$, так как помимо опорных значений, хранящихся в группе 5 блоков памяти, воспроизводятся промежуточные значения, равномерно аппроксимирующие заданную функцию распределения. Техничко-экономическая эффективность изобретения определяется тем,

что оно обеспечивает по сравнению с известными устройствами возможность формирования случайных внешних возмущений и случайных параметрических отклонений объектов, характеристики которых описываются многомерными законами распределения вероятностей, и позволяет повысить эффективность моделирования и испытаний сложных технических систем.





Составитель А. Карасов
 Редактор О. Колесникова Техред Т. Дубинчак Корректор М. Шароши

Заказ 6311/39 Тираж 698 Подписное

ВНИПИ 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