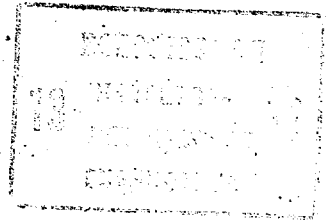




з(50) G 06 F 7/58.

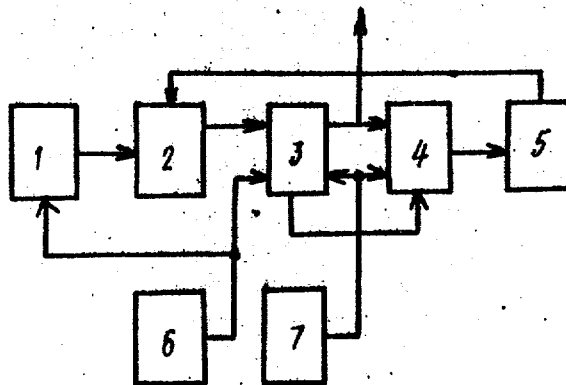
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3362901/18-24
- (22) 11.12.81
- (46) 15.04.83. Бюл. № 14
- (72) В.И.Новиков, А.Г.Якубенко,  
С.Ф.Костюк и А.И.Кузьмич
- (71) Минский радиотехнический институт
- (53) 681.325 (088.8)
- (56) 1. Авторское свидетельство СССР  
№ 378826, кл. G 06 F 7/58, 1973.  
2. Авторское свидетельство СССР  
№ 488212, кл. G 06 F 7/58, 1975.  
3. Авторское свидетельство СССР  
№ 732947, кл. G 06 F 7/58, 1980  
прототип.
- (54) (57) **ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ**, содержащий генератор тактовых импульсов, выход которого соединен с входом генератора равномерно распределенных случайных чисел, выход которого соединен с первым входом блока сравнения, второй вход которого

подключен к выходу первого блока памяти, отличающийся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей генератора за счет увеличения класса воспроизводимых статистических характеристик, он содержит регистр команд, блок задания адреса и второй блок памяти, первый выход которого является выходом генератора и подключен к первому входу блока задания адреса, выход которого соединен с входом первого блока памяти, выход блока сравнения соединен с первым входом второго блока памяти, второй вход которого подключен к выходу генератора тактовых импульсов, выход регистра команд соединен с вторым входом блока задания адреса и с третьим входом второго блока памяти, второй выход которого соединен с третьим входом блока задания адреса.



Фиг. 1

Изобретение относится к области вычислительной техники, предназначено для моделирования потоков случайных чисел с требуемыми законами распределения, марковских процессов и может быть использовано при построении вероятностных вычислительных устройств, а также в качестве специализированного стохастического блока, подключенного к вычислительным машинам общего назначения.

Известно устройство, содержащее генератор равномерно распределенных случайных чисел, схему сравнения, блок памяти, генератор тактовых импульсов, специализированный дешифратор, регистр формирования случайного числа, входные и выходные вентили [1].

Недостатком устройства является узкая специализация, так как оно позволяет формировать только случайные числа с требуемыми законами распределения, но не позволяет формировать более сложные случайные процессы, например марковские.

Известно устройство, содержащее блок управления, генератор равномерно распределенных случайных чисел, блок сравнения, блок памяти, три регистра [2].

Устройство позволяет формировать в режиме разделения времени несколько последовательностей случайных чисел с заданными законами распределения и марковские процессы.

Недостатком данного устройства является невозможность программного управления при постоянном объеме памяти числом моделируемых законов распределения и разрядностью формируемых случайных чисел, связностью цепей Маркова и числом их состояний, что ограничивает его функциональные возможности.

Наиболее близким к предложенному по технической сущности является генератор случайных процессов, содержащий генератор тактовых импульсов, регистр сдвига, три элемента И, генератор равномерно распределенных случайных чисел, два блока элементов НЕ, блок элементов И, шифратор, коммутатор, элемент НЕ, регистр адреса, блок памяти, блок сравнения [3].

Известный генератор может формировать в режиме разделения времени потоки случайных чисел с заданными законами распределения, последовательности кодов, задающих цепи Маркова.

Недостатками устройства являются невозможность формирования полумарковских случайных процессов; случайных процессов с заданной функцией нестационарности; сложность управления устройством (настройкой).

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей устройства за счет увеличения класса воспроизводимых статистических характеристик.

5      Поставленная цель достигается тем, что в генератор случайных процессов, содержащий генератор тактовых импульсов, выход которого соединен с входом генератора равномерно распределенных случайных чисел, выход которого соединен с первым входом блока сравнения, второй вход которого подключен к выходу первого блока памяти, введены регистр команд, блок задания адреса и второй блок памяти, первый выход которого является выходом генератора и подключен к первому входу блока задания адреса, выход которого соединен с входом первого блока памяти, выход блока сравнения соединен с первым входом второго блока памяти, второй вход которого подключен к выходу генератора тактовых импульсов, выход регистра команд соединен с вторым входом блока задания адреса и с третьим входом второго блока памяти, второй выход которого соединен с третьим входом блока задания адреса.

30      На фиг. 1 приведена структурная схема генератора; на фиг. 2 - структурная схема блока задания адреса; на фиг. 3 - структурная схема второго блока памяти.

35      Генератор содержит генератор 1 равномерно распределенных случайных чисел, блок 2 сравнения, блок 3 памяти, блок 4 задания адреса, блок 5 памяти, генератор 6 тактовых импульсов, регистр 7 команд.

40      Блок 4 задания адреса содержит коммутатор 8, блок элементов И 9, регистр 10, блок 11 элементов ИЛИ.

45      Блок 3 памяти содержит первый регистр 12, второй регистр 13, блок элементов ИЛИ 14.

50      В основу работы устройства положен метод условных вероятностей, заключающийся в преобразовании последовательности равномерно распределенных случайных чисел  $\xi$  в последовательность случайных чисел  $x$  с заданной функцией распределения  $F(x)$ .

55      Устройство запускается на генерацию каждого числа сигналов (импульсом), приходящим на вход блока 3 памяти. Процедура получения  $m$ -разрядного случайного числа  $x$  состоит из последовательного формирования значений  $r_i$ ,  $i = 1, m$ , разрядов случайного числа путем сравнения на каждом  $i$ -м шаге равномерно распределенного числа  $\xi_i$  и значения условной функции распределения  $F(r_i/x_i - 1)$ , определяющей вероят-

ность того, что  $r_i$  примет значение, равное единице, при условии, что на предыдущих  $i-1$  шагах сформировано значение  $x_i = 1$ . При этом, если выполняется

$$F(r_i/x_i - 1) \geq \xi_i, \quad (1)$$

то  $r_i = 1$ , в противном случае  $r_i = 0$ .

Формирование значений  $r_i$  в соответствии с (1) является функцией блока 2, который на каждом такте работы устройства сравнивает равномерно распределенное число  $\xi_i$ , поступающее с выхода генератора 1 на его первый вход, со значением условной функции распределения  $F(r_i/x_i - 1)$ , поступающим с выхода блока памяти 5 на его второй вход.

Расширение функциональных возможностей в предлагаемом устройстве достигается благодаря командному управлению видом формируемого случайного процесса и разрядностью формируемых случайных величин. Регистром команд стохастического генератора является регистр 7. Собственно команда состоит из четырех полей, первое из которых содержит указатель разрядности  $A_p$  формируемых случайных величин, который передается в блок 3, второе, третье и четвертое поля содержат соответственно начальный адрес загрузки  $A_H$  значений условных функций распределения  $F(r/x)$  в блок 5 памяти, указатель сдвига  $A_c$ , маску  $A_M$ .

Случайное  $m$ -разрядное число формируется в блоке 3 в  $m$  младших разрядах регистра 13 за цикл, содержащий  $m$  тактов. Для этого регистр 12 имеет первый информационный вход, второй вход синхронизации записи, третий вход сдвига на один разряд в сторону младших, первый информационный выход, второй выход переноса из младшего разряда при сдвиге. Регистр 13 имеет первый вход разрешения записи по S-входам, третий вход синхронизации записи, четвертый информационный вход записи по S-входам, второй вход сброса. Так как S-входы триггеров регистра 13 соединены с выходами соответствующих разрядов регистра 12, то при поступлении управляющих сигналов на первый и второй входы регистра 13 он выполняет операцию логического сложения своего предыдущего содержимого с содержимым регистра 12. Блок 14 выполнен на двухходовых элементах ИЛИ и выполняет операцию логического сложения содержимого регистров 12 и 13.

Процедура формирования случайного числа выполняется следующим образом.

По сигналу, поступающему на вход блока 3, сбрасывается в нуль содержи-

мое регистра 13, в регистр 12 записывается указатель  $A_p$ , содержащий единицу только в разряде, соответствующем старшему разряду формируемого случайного числа. Так, если необходимо формировать числа разностью  $m = 4$  при разрядности регистра 13  $n = 3$ , двоичное значение  $A_p = 00001000$ , при  $m = 6$   $A_p = 00100000$ . На каждом  $i$ -м такте блок 2 к моменту появления импульса генератора 6 в соответствии с (1) вырабатывает значение  $r_i$ . Если при  $n = 8$  и  $m = 6$  на первом такте  $r_1 = 1$ , то по сигналу генератора 6 содержимое регистра 12, равное 00100000, записывается по S-входам в регистр 13, если  $r_1 = 0$ , то запись не выполняется, т.е. в конце такта содержимое регистра 13 равно 00r<sub>1</sub>00000. По заданному фронту импульса генератора 6 содержимое регистра 12 сдвигается на один разряд и становится равным 00010000. Если блок 2 вырабатывает значение  $r_2$ , то аналогично описанному в регистре 13 формируется число, равное 00r<sub>1</sub>r<sub>2</sub>0000. Таким образом, после  $m = 6$  тактов содержимое регистра 13 равно 00r<sub>1</sub>r<sub>2</sub>r<sub>3</sub>r<sub>4</sub>r<sub>5</sub>r<sub>6</sub>, где шесть младших разрядов содержат искомую случайную величину. При этом по заданному фронту последнего шестого импульса генератора 6 из младшего разряда регистра 12 выдвигается единица, содержимое регистра становится равным нулю, а на втором выходе регистра возникает сигнал переноса, который служит указателем момента окончания формирования случайного числа. Последующие импульсы генератора 6 никакого влияния на содержимое регистров 12 и 13 не оказывают.

Для настройки устройства на формирование случайных величин с заданными вероятностными характеристиками в блок 5 памяти записываются множества значений условных функций распределения  $F^j(r/x)$ , где  $j$  - номер распределения. На каждом  $i$ -м такте работы устройства из блока 5 выполняется считывание значения  $F^j(r_i/x_{i-1})$ , адрес которого определяется логическим сложением начального адреса загрузки распределения  $A_H$ , текущего содержимого регистров 12 и 13, а при формировании состояний марковского процесса - и предыдущего состояния S процесса, хранящегося в регистре 10. При формировании случайных чисел содержимое регистра 10 должно быть нулевым.

Адрес памяти формируется в блоке 4, который содержит блок 11, выполненный на трехходовых элементах ИЛИ, на первые, вторые и третьи входы которых поступают соответственно логическая сумма содержимого ре-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

гистров 12 и 13 и с выхода блока 3, начальный адрес загрузки  $A_H$  из регистра команд 7, предшествующее состояние марковского процесса  $S$  из регистра 10; блок 9 двухвходовых элементов И, на первые и вторые входы которых поступают соответственно маска  $A_M$  из регистра команд 7 и число с выхода коммутатора 8, который поступающее на его первый вход число передает на вход со сдвигом в сторону старших разрядов, вели-

чина которого определяется указателем числа сдвигов  $A_C$ , поступающим на его второй вход из регистра команд 7.

Устройство при формировании последовательности двухразрядных случайных чисел, задаваемой условной функцией распределения  $F^A(x/x)$ , работает следующим образом.

Пусть разрядность регистра 13  $n = 4$  и загрузка блока памяти 5 выполнена согласно табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Распределение	В							
Адрес ячейки - двоичный	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
Содержимое ячейки	$F^B(r_3/000)$	$F^B(r_2/000)$	$F^B(r_3/010)$	$F^B(r_1)$	$F^B(r_3/00)$	$F^B(r_2/100)$	$F^B(r_3/110)$	
Распределение	А				с в о б о д н ы е			
Адрес ячейки - двоичный	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
Содержимое ячейки	-	$F^A(r_3/00)$	$F^A(r_1)$	$F^A(r_2/10)$	-	-	-	-

В обозначении  $F^A r_i (x_i - 1)$  А, В - индексы распределения,  $i$  - номер такта,  $x_{i-1}$  - двоичное значение случайного числа, сформированного в регистре 13 на  $(i-1)$ -м такте.

Пусть далее регистр 10 обнуляется, в регистр команд 7 записывается  $A_H = 0000$ , что соответствует начальному адресу загрузки распределения В в блок 5, указатель разрядности  $A_P = 0100$ , маска  $A_M = 0000$  (указатель сдвига  $A_C$  при нулевой маске безразличен).

В начале такта генератор 1 вырабатывает число  $r_1$ , по импульсу, поступающему на вход блока 3, сбрасывается в нуль регистр 13, в регистр 12 записывается  $A_P$ . Блок 4 формирует адрес памяти, который образуется в результате логического сложения содержимого регистров 10, 12 и 13 и поля  $A_H$  команды и на первом шаге равен 0100. Из блока 5 считывается  $F^B(r_1)$ . Блок 2 сравнивает  $r_1$  с  $F^B(r_1)$  в соответствии с прави-

лом 1 и вырабатывает  $r_1$ . По сигналу генератора 6 в регистр 13 записывается код 0100, содержимое регистра 12 сдвигается на один разряд, генератор 1 формирует число  $r_2$ . На втором такте блок 4 вырабатывает адрес, равный 0110, из блока 5 выполняется считывание значений условной функции распределения  $F^B(r_2/100)$ , блок 2 формирует  $r_2$  и т.д. После третьего такта трех младших разрядах регистра 12 сформировано искомое случайное число.

Если необходимо формирование случайных чисел с распределением А, то в регистр команд 7 записывается  $A_H = 1000$ , что соответствует начальному адресу загрузки распределения А в блок 5,  $A_P = 0010$ ,  $A_M = 0000$ . В начале такта генератор 1 формирует число  $r_1$ , по сигналу на входе сбрасывается в нуль регистр 13, в регистре 12 записывается  $A_P$ . Аналогично предыдущему блок 4 формирует адрес, который в этом случае равен

1010. Из блока 5 выполняется считывание значений  $F^A(r_1)$  и т.д. После двух тактов в двух младших разрядах регистра 13 сформировано ис- комое случайное число.

Устройство при моделировании состо- яний двухсвязной цепи Маркова, описываемой матрицей переходных ве- роятностей  $P_{ij}(k)$ ,  $i, j, k=1, 4$ , работает следующим образом.

Каждое состояние цепи кодируется двухразрядным двоичным числом, мо-

делирование которого сводится к формированию случайной величины  $K$  с функцией распределения  $P_{ij}(k)$ ,  $K=1, 4$ , где  $i, j$  - предыдущие состо- яния цепи. Перед началом работы гене- ратора каждой  $i, j$  строке матрицы  $P$  становится в соответствие услов- ная функция распределения  $H_{ij}(r/x)$ , множества значений которой  $\{H_{ij}\}$  записываются в блок памяти 5. Для приведенного случая загрузка значе- ний  $\{H_{ij}\}$  в области памяти блока 5 может быть выполнена согласно табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Начальный адрес области - двоичный	000000	000100	001000	001100	010000	010100	011000	011100
------------------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Множество $\{H_{ij}\}$ - двоичное	$\{H_{00,00}\}$	$\{H_{00,01}\}$	$\{H_{00,10}\}$	$\{H_{00,11}\}$	$\{H_{01,00}\}$	$\{H_{01,01}\}$	$\{H_{01,10}\}$	$\{H_{01,11}\}$
-----------------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Начальный адрес об- ласти - двоичный	100000	100100	101000	101100	110000	110100	111000	111100
--------------------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Множество $\{H_{ij}\}$ - дво- ичное	$\{H_{10,00}\}$	$\{H_{10,01}\}$	$\{H_{10,10}\}$	$\{H_{10,11}\}$	$\{H_{11,00}\}$	$\{H_{11,01}\}$	$\{H_{11,10}\}$	$\{H_{11,11}\}$
-------------------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

В регистр команд 7 записывается  $A_H = 000000$ ,  $A_P = 000010$ , маска  $A_M = 111100$ , указатель  $A_C = 000000$ , указывающий, что коммутатор 8 дол- жен передавать код со сдвигом на два разряда в сторону старших. На- чальное состояние процесса  $r_1^0 r_2^0 r_3^0 r_4^0$  (двоичное) записывается в старшие разряды регистра 10. По сигналу, пос- тупающему на вход 15, сбрасывается в нуль регистр 13, в регистр 12 за- писывается  $A_P$ . Блок 4 формирует на- чальный адрес памяти, который оп- ределяется логической суммой со- держимого регистра 10 -  $r_1^0 r_2^0 r_3^0 r_4^0$ , регистра 12 -  $000010$ , регистра 13 -  $000000$ , поля  $A_H$  команды  $000000$  и равен 10. Из области памяти бло- ка 5, содержащей значения множест- ва  $\{H_{ij}(r_1^0 r_2^0 r_3^0 r_4^0)\}$ , считывается  $H_{ij}(r_1^0 r_2^0 r_3^0 r_4^0)$ . Далее аналогично пре- дыдущему за два такта в младших разрядах регистра 13 формируется слу- чайное число, являющееся очередным состоянием марковского процесса

45  $0000r_1^1 r_2^1$ . По окончании формирова- ния числа на втором выходе регист- ра 12 вырабатывается сигнал, по ко- торому разрешается запись кода в регистр 10. К этому моменту на вы- ходе блока 11 присутствует число  $r_1^0 r_2^0 r_3^0 r_4^0 r_1^1 r_2^1$ , передаваемое комму- татором 8 на вход блока 9 со сдви- 50 гом на два разряда в сторону стар- ших. Блок 9 выполняет логическое сложение кода  $r_3^0 r_4^0 r_1^1 r_2^1 00$  и значе- ния маски  $A_M = 111100$ . Полученная сумма  $r_3^0 r_4^0 r_1^1 r_2^1$  записывается в ре- 55 гистр 10. По следующему импульсу на входе 15 сбрасывается нуль в регистр 13, в регистр 12 записывается  $A_P$ . Блок 4 формирует адрес, равный  $r_3^0 r_4^0 r_1^1 r_2^1 10$ . Из области памяти блок 5, со- 60 держащей множество  $\{H_{ij}(r_3^0 r_4^0 r_1^1 r_2^1)\}$ , считывается  $H_{ij}(r_3^0 r_4^0 r_1^1 r_2^1)$ . Далее аналогично предыдущему формирует- ся новое состояние цепи  $0000r_2^2 r_1^2$ . При достаточном объеме памяти 65 блока 5 генератор может быть наст-

роен на воспроизведение нескольких цепей Маркова. В этом случае номер цепи указывается полем  $A_n$  команды. Так, если необходимо моделировать две двухсвязных цепи Маркова с матрицами  $P^A_{j,h}$ ,  $P^B_{j,k}$ ,  $j, h = \overline{1,4}$ , то объем блока 5 должен быть не менее 128 ячеек. Значения  $\{N^A_{j,j}\}$  могут записываться с начального адреса 0000000, значения  $\{N^B_{j,j}\}$  - с адреса 1000000. Для формирования состояний цепи в регистр 7 необходимо записать команду, содержащую  $A_n = 1000000$ ,  $A_p = 0000010$ ,  $A_m = 0111100$ ,  $A_c = 0000010$ .

Устройство при моделировании полумарковского случайного про-

цесса, описываемого матрицей переходных вероятностей  $[p_{jh}]$ ,  $j, h = \overline{1,4}$  и множеством функций распределения  $F_j(t)$  времени нахождения процесса в состоянии  $j$ , (время нахождения процесса в любом из состояний кодируется двухразрядным двоичным числом), работает следующим образом.

- 10 | Перед началом работы устройства каждой функции  $F_j(t)$  в каждой строке матрицы  $P$  ставится в соответствие условная функция распределения  $F_j(r/x)$  и  $H_j(r/x)$ . Значения условных функций распределения записываются в блок памяти 5, например, согласно табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Начальный  
адрес  
области -  
двоичный

00000 00100 01000 01110 10000 10100 11000 11100

Множества  
 $\{F_j\}$ ,  
 $j$  - двоичное

$\{F_{00}\}$   $\{F_{01}\}$   $\{F_{10}\}$   $\{F_{11}\}$   $H(r/x)$  - - -

В регистр команд 7 записывается  $A_n = 10000$ ,  $A_p = 00010$ ,  $A_m = 01100$ ,  $A_c = 00010$ . В регистр 10 записывается код  $0r_1^0r_2^000$ , где  $r_1^0r_2^0$  - начальное состояние процесса. По сигналу на входе 15 начинается цикл формирования очередного состояния процесса, сбрасывается в нуль регистр 13, в регистр 12 записывается  $A_p$ . Блок 4 формирует адрес, равный  $1r_1^0r_2^010$ , по которому считывается  $H(r_1)$ . За два такта в регистре 13 формируется следующее состояние процесса  $000r_1^1r_2^1$ . На выходе блока 11 присутствует число  $1r_1^0r_2^0r_1^1r_2^1$ , которое сдвигается коммутатором 8, логически умножается на маску  $A_m$  блоком 9. Полученный код  $0r_1^0r_2^000$  по сигналу с второго выхода регистра 12 записывается в регистр 10. На этом формирование очередного состояния марковского процесса оканчивается.

Далее в регистр 7 записывается  $A_n = 00000$ ,  $A_m = 01100$ ,  $A_c = 00000$ ,  $A_p = 00010$ . По сигналу на входе 15 начинается цикл формирования времени нахождения процесса в текущем состоянии. Сбрасывается в нуль регистр 13, в регистр 12 записывается  $A_p$ , блок 4 формирует адрес, равный  $0r_1^1r_2^110$ . Аналогично предыдущему в регистре 13 формируется число, яв-

- 35 | ляющееся временем нахождения процесса в состоянии  $r_1^1r_2^2$ . В конце цикла по сигналу на втором выходе регистра 12 сформированное к этому моменту на выходе блока 9 число  $0r_1^1r_2^1000$  записывается в регистр 10.
- 40 | На этом формирование времени нахождения процесса в текущем состоянии оканчивается.

- 45 | Перед началом моделирования следующего состояния процесса восстанавливается содержимое регистра 7 ( $A_n = 10000$ ,  $A_p = 00010$ ,  $A_c = 00010$ ,  $A_m = 01100$ ). По сигналу на входе 15 приводятся в исходное состояние регистры 13 и 12, блок 4 формирует адрес  $1r_1^2r_2^210$ , из блока 5 считывается  $H(r_1)$  и т.д.

- 55 | Предложенный генератор может быть использован при формировании случайных чисел с заданной функцией нестационарности, определяемой последовательностью (программой) изменения во времени функций распределения.

- 60 | Пусть в процессе формирования двухзарядных случайных чисел необходимо в соответствии с заданной программой чередовать распределения  $F_j(r/x)$ ,  $j = \overline{1,8}$ . В этом случае загрузка блока 5 может быть выполнена согласно табл. 4.
- 65 |

Т а б л и ц а 4

Начальный адрес области - двоичный	00000	00100	01000	01100	10000	10100	11000	111000
Множество $\{F_j\}$ , j - дво- ичное	$\{F_{000}\}$	$\{F_{001}\}$	$\{F_{010}\}$	$\{F_{011}\}$	$\{F_{100}\}$	$\{F_{101}\}$	$\{F_{110}\}$	$\{F_{111}\}$

В регистр 7 записывается команда, указывающая начальный адрес загрузки первого распределения. Процесс формирования случайного числа не отличается от рассмотренного ранее. В момент смены распределений в регистре 7 записывается новая команда, указывающая начальный адрес очередного распределения.

При использовании в составе сложной многокомпонентной системы, например модели стохастической сети, генератор является узлом, поставляющим случайные числа в различные блоки модели. Запросы от блоков модели поступают в случайные моменты времени, при этом каждый j-й запрос требует формирования случайного числа или последовательности чисел с соответствующим ему распределением  $F_j(r/x)$ . В этом режиме каждому виду запросов ставится в соответствие определенная команда. Обслуживание запроса сводится к записи в регистр 7 команды, соответствующей данному запросу, и формированию случайных чисел в соответствии с установленной командой. Причем, запросу может соответствовать команда, задающая режим формирования состояний марковского или полумарковского случайных процессов.

При работе во всех рассмотренных выше режимах возможна ситуация, когда в блоке 5 загружено несколько множеств  $F_j$  и возникает необходимость замены множества  $\{F_k\}$  загруженного с адреса  $A_k^k$ , на множество  $\{F_p\}$ . В предлагаемом устройстве в отличие от прототипа данная процедура выполняется весьма просто ввиду того, что значения множества  $\{F_k\}$  расположены в одной области памяти блока 5. Операция загрузки  $\{F_p\}$  сводится к записи предварительно упорядоченных элементов множества в блок 5, начиная с адреса  $A_k^k$  в порядке возрастания адресов. Для этого в регистр 7 записывается команда с  $A_n = A_k^k = A_n$ , сбрасывают-

ся в нуль регистры 10, 12 и 13. После записи каждого элемента  $P(r/x)$  содержимое регистра 10 увеличивается на единицу, в результате чего адресуется следующая ячейка блока памяти 5.

В основу алгоритма работы устройства может быть положен метод обратных функций или его комбинация с методом условных вероятностей.

Реализация блоков предлагаемого устройства не имеет отличительных особенностей. Все блоки (кроме блока 7) устройства могут быть выполнены на микросхемах 155 серии согласно РТМ. Используются готовые функциональные узлы, имеющиеся в этой серии. Предпочтительнее использовать генератор равномерно распределенных чисел комбинированного типа. Блок сравнения 2 выполняется как комбинационный сумматор на микросхемах 155 ИМЗ или 155\_ИМЗ. Блок памяти 5 (в зависимости от объема требуемой памяти) может быть реализован на микросхемах 155 РУ2, 541 КР1А, 541 КР1Е, Ж, И, К, генератор тактовых импульсов легко реализуется на микросхемах 155 ЛАЗ, регистр команд 7 может быть как наборным (тумблерным), так и в интегральном исполнении 155 ИР1, 155 ИР13. Коммутатор 8 собирается из микросхем 155 КР5 (155КР7), блок схем И 9 - из микросхем 155 ЛИ1. Регистры 10 и 12 выполняются на 155 ИР1, а регистр 13 - на 155 ИР13 согласно РТМ. Блок схем ИЛИ 14 набран из микросхем 155 ЛЛ1, блок схем ИЛИ 11 - из микросхем 155ЛЛ1, 155ЛР3. Так как детализация блоков устройства выполнена до функциональных узлов, имеющихся в составе серии, то реализация блоков по приведенным данным не вызывает затруднения.

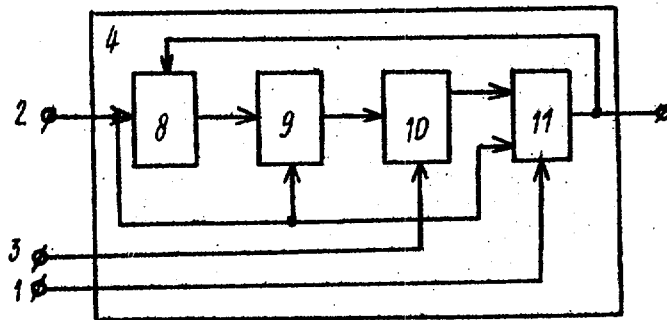
Таким образом, предложенный стохастический генератор обладает рядом технических преимуществ перед известными, так как позволяет формировать потоки случайных чисел с заданными

функциями распределения, последовательности состояний односвязных и многосвязных цепей Маркова, временных параметров и состояний полумарковских процессов, потоки случайных чисел с заданной нестационарностью (программой изменения функций распределения). При этом за счет страничной организации и размещения значений условной функции распределения, относящейся к одному распределению, в одной или нескольких смежных станицах памяти существенно упрощается процедура настройки устройства на формирование случайных последовательностей с заданными вероятностными свойствами.

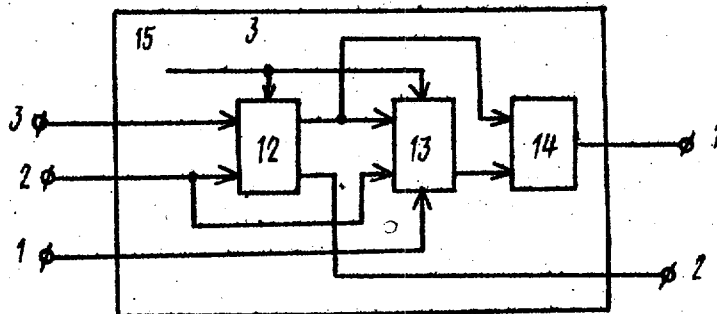
Предложенное устройство реализует принцип командного управления

(в общем случае такая задача решается с помощью классического микропрограммного автомата, что требует больших аппаратных затрат).

- 5 [ Экономический эффект от использования предложенного устройства вместо пакета программ состоит в экономии машинного времени в результате сокращения времени моделирования исходных случайных процессов и, соответственно, сокращения времени решения задачи (время генерации одного случайного числа в случае применения устройства практически равно времени обращения в канале ЭВМ) и, в зависимости от коэффициента его использования, может колебаться от десятков до сотен тысяч рублей в год.



Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор Л. Веселовская      Составитель А. Карасов      Тежред И. Гайду      Корректор Г. Решетник

Заказ 2766/60

Тираж 704

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