



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3739875/24-09
(22) 08.05.84
(46) 07.09.85. Бюл. № 33
(72) С.П.Орлов
(71) Куйбышевский ордена Трудового
Красного Знамени политехнический
институт им. В.В.Куйбышева
(53) 621.373.43(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 978316, кл. Н 03 В 29/00, 1981.

(54) (57) ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ, содержащий последовательно соединенные генератор тактовых импульсов, первый регистр сдвига, в цепь обратной связи которого включен элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, двухпозиционный переключатель, элемент совпадения, управляющий вход которого подключен к выходу блока управления дисперсией, цифровой сумматор, цифроаналоговый сумматор и пороговый блок, выход которого подключен к входу сброса блока управления, последовательно соединенные второй регистр сдвига, преобразователь код - частота импульсов и первый счетчик, выход которого подключен к другому входу цифроаналогового сумматора, а также третий регистр сдвига, выход которого подключен к другому входу цифрового сумматора, другой выход двухпозиционного переключателя подключен к информационным входам второго и третьего регистров сдвига,

при этом выход импульсов переключения блока управления подключен к управляющему входу двухпозиционного переключателя, первый выход импульсов записи кода - к управляющему входу второго регистра сдвига, выход импульсов сброса - к входам сброса первого счетчика, второго и третьего регистров сдвига, второй выход импульсов записи кода - к управляющему входу третьего регистра сдвига, отличающийся тем, что, с целью повышения точности формирования случайных сигналов с заданным законом распределения, в него введены последовательно соединенные блок поразрядного сложения и второй счетчик, при этом выход первого регистра сдвига подключен также к входу разрядов псевдослучайного кода блока поразрядного сложения, вход разрядов цифрового кода которого подключен к выходу первого счетчика, выход генератора тактовых импульсов - к тактовым входам блока управления и второго счетчика, управляющий вход которого подключен к третьему выходу импульсов записи кода блока управления, а выход второго счетчика - к управляющему входу цифрового сумматора и к входу разрешения записи блока управления, третий выход импульсов записи кода которого подключен к управляющему входу второго счетчика.

Изобретение относится к радиоэлектронике и может использоваться для моделирования постепенных отказов при испытании радиоэлектронной аппаратуры.

Целью изобретения является повышение точности формирования случайных сигналов с заданным законом распределения.

На фиг. 1 представлена структурная электрическая схема генератора случайных сигналов; на фиг. 2 - пример выполнения блока управления; на фиг. 3 и 4 - временные диаграммы работы генератора случайных сигналов.

Генератор случайных сигналов (фиг. 1) содержит генератор 1 тактовых импульсов, первый регистр 2 сдвига, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 3, блок 4 управления, двухпозиционный переключатель 5, второй 6 и третий 7 регистры сдвига, элемент 8 совпадения, цифровой сумматор 9, преобразователь 10 код - частота импульсов, первый 11 и второй 12 счетчики, пороговый блок 13, цифроаналоговый сумматор 14, блок 15 управления дисперсией и блок 16 поразрядного сложения.

Блок 4 управления (фиг. 2) содержит элементы ИЛИ 17-20, элементы И 21-25, триггеры 26-29, дешифратор 30 и одновибраторы 31-33.

Генератор случайных сигналов работает следующим образом.

При поступлении импульсов из генератора 1 (фиг. 3а) в первый регистр 2 сдвига в нем генерируется псевдослучайный код. Элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 3 формирует сигнал обратной связи, поступающий на второй вход первого регистра 2 сдвига. Для этого некоторые фиксированные разделы параллельного выходного кода регистра 2 сдвига поступают на вход элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 3, где производится логическая операция "Исключающее ИЛИ" над этими разрядами. Сформированный сигнал обратной связи на втором входе регистра 2 сдвига носит псевдослучайный характер, следовательно, и код, который содержится в регистре 2 сдвига (фиг. 3б), также будет псевдослучайным.

Процесс генерации случайного сигнала состоит из двух этапов. Первый этап - подготовительный, во время которого в генераторе случайных сигналов формируются случайное началь-

ное значение процесса и случайное значение скорости изменения линейной составляющей процесса.

Второй этап - генерация случайного сигнала.

В первом подготовительном такте (фиг. 3, момент времени t_1) происходит установка в нулевое состояние регистров 6 и 7 сдвига и счетчика 11 сигналом на выходе импульсов сброса блока 4 управления (фиг. 3б). Во втором подготовительном такте (фиг. 3, момент времени t_2) псевдослучайный цифровой код заносится в регистр 7 сдвига (фиг. 3ж). Для этого на выходе импульсов переключения блока 4 управления вырабатывается нулевой уровень сигнала (фиг. 3е), который управляет двухпозиционным переключателем 5 так, что цифровой код с выхода регистра 2 сдвига проходит на второй выход двухпозиционного переключателя 5. Записью цифрового кода в регистр 7 сдвига управляет сигнал на втором выходе импульсов записи кода блока 4 управления (фиг. 3з).

В третьем подготовительном такте (фиг. 3, момент t_3) по сигналу на первом выходе импульсов записи кода блока 4 управления (фиг. 3г) цифровой код с второго выхода двухпозиционного переключателя 5 заносится в регистр 6 сдвига (фиг. 3з). Записью цифрового кода в регистр 6 сдвига управляет сигнал на первом выходе импульсов записи кода блока 4 управления (фиг. 3г). Таким образом, код C_1 в третьем регистре 7 сдвига определяет случайное начальное значение процесса, а код C_2 во втором регистре 6 сдвига - случайное значение скорости изменения линейной составляющей процесса.

В момент t_4 (фиг. 3) на выходе импульсов переключения блока 4 управления устанавливается единичный уровень сигнала (фиг. 3е), который переключает двухпозиционный переключатель 5 на выдачу цифрового кода по первому выходу. Одновременно сигнал на третьем выходе импульсов записи кода блока 4 управления (фиг. 3и) разрешает прием в счетчик 12 кода с выхода блока 16 поразрядного сложения.

Теперь генератор готов к процессу генерации случайного сигнала заданной формы.

Синхронизация работы блока 4 управления (фиг. 4б) также как и регистра 2 сдвига (фиг. 4б) производится сигналами с выхода генератора 1 тактовых импульсов (фиг. 4а).

Процесс генерации случайного сигнала происходит следующим образом. Код C_2 (фиг. 4а) поступает на вход преобразователя 10 код - частота импульсов, на выходе которого появляются импульсы (фиг. 4г) с частотой

$$f = k \cdot C_2,$$

где k - постоянный коэффициент.

Эти импульсы поступают в счетчик 11 и код N_c в нем изменяется во времени по линейному закону

$$N_c(t) = k \cdot C_2 \cdot t.$$

На временной диаграмме (фиг. 4в) процесс изменения кода в счетчике 11 аппроксимируется сплошной линией, так как число разрядов счетчика 11 может быть выбрано достаточно большим.

В то же время случайные значения цифрового кода с выхода регистра 2 сдвига (фиг. 4б) через двухпозиционный переключатель 5 поступают на элемент 8 совпадения. Блок 15 управления дисперсией управляет элементом 8 совпадения так, чтобы обеспечить заданную величину дисперсии случайного цифрового кода C_j , проходящего через него. Следовательно, на один вход цифрового сумматора 9 поступает случайный код C_i , а на другой вход - случайный код C_j с заданной дисперсией.

Прием входных кодов и суммирование в цифровом сумматоре 9 происходит по сигналу второго счетчика 12 (фиг. 4ж), в котором определяется временной интервал T_j между изменениями амплитуды случайного сигнала.

Для этого в процессе генерации случайного сигнала код C_j с выхода регистра 2 сдвига (фиг. 4б) поступает на вход разрядов псевдослучайного кода блока 16 поразрядного сложения, на вход разрядов цифрового кода которого поступает цифровой код N_c с выхода первого счетчика 11 (фиг. 4а). Выходной код N_b блока 16 поразрядного сложения равен

$$n_{b_i} = C_{j_i} \oplus n_{c_i}, \quad i = \overline{1, M},$$

где C_{j_i} - i -й разряд кода C_j ;
 n_{c_i} - i -й разряд кода N_c ;
 M - разрядность выходного кода N_b .

Блок 16 поразрядного сложения выполнен в виде M одноразрядных сумматоров, осуществляющих операцию сложения по модулю 2.

По сигналу на третьем выходе импульсов записи кода блока 4 управления (фиг. 4и) полученный псевдослучайный код N_b заносится в счетчик 12 и определяет случайный временной интервал T_j между двумя изменениями амплитуды генерируемого сигнала.

С этой целью на тактовый вход счетчика 12, являющегося вычитающим, поступают импульсы генератора 1 (фиг. 4а) с периодом t_n и в момент равенства его содержимого нулю через время

$$T_j = (N_b + 1)t_n$$

выходной сигнал счетчика 12 (фиг. 4ж) разрешает суммирование в цифровом сумматоре 9, на выходе которого формируется сумма двух величин

$$N_{cm}(t) = C_i + C_j(t).$$

Кроме того, выходной сигнал счетчика 12 (фиг. 4ж) поступает на вход разрешения записи блока 4 управления, который затем формирует на своем третьем выходе импульсов записи кода управляющий сигнал (фиг. 4и), разрешающий прием в счетчик 12 нового псевдослучайного кода.

Таким образом, код N_{cm} имеет заданную дисперсию и случайный закон времени изменения амплитуды, в общем случае определяемый формулой

$$T_l = ((C_l \oplus N_c) + 1)t_n = \\ = ((C_l \oplus kC_2 t) + 1)t_n.$$

Использование при разрядном сложении кода, линейно зависящего от времени, позволяет получить псевдослучайную последовательность временных интервалов, независимую от псевдослучайной последовательности амплитуд сигнала.

Случайные коды из цифрового сумматора 9 и первого счетчика 11 поступают на входы цифроаналогового сумматора 14, на выходе которого формируется напряжение (фиг. 4з)

$$U_{вых}(t) = a(N_{cm}(t) + N_c(t)) = \\ = a(C_i + kC_2 t + C_j(t)),$$

где a - коэффициент преобразования.

При достижении $U_{\text{вых}}$ заданного уровня $U_{\text{п}}$ в момент t_5 (фиг. 4з) пороговый блок 13 вырабатывает сигнал сброса, и блок 4 управления начинает новый цикл генерации случайного процесса, устанавливая регистры 6 и 7 сдвига и счетчик 11 в нулевое состояние.

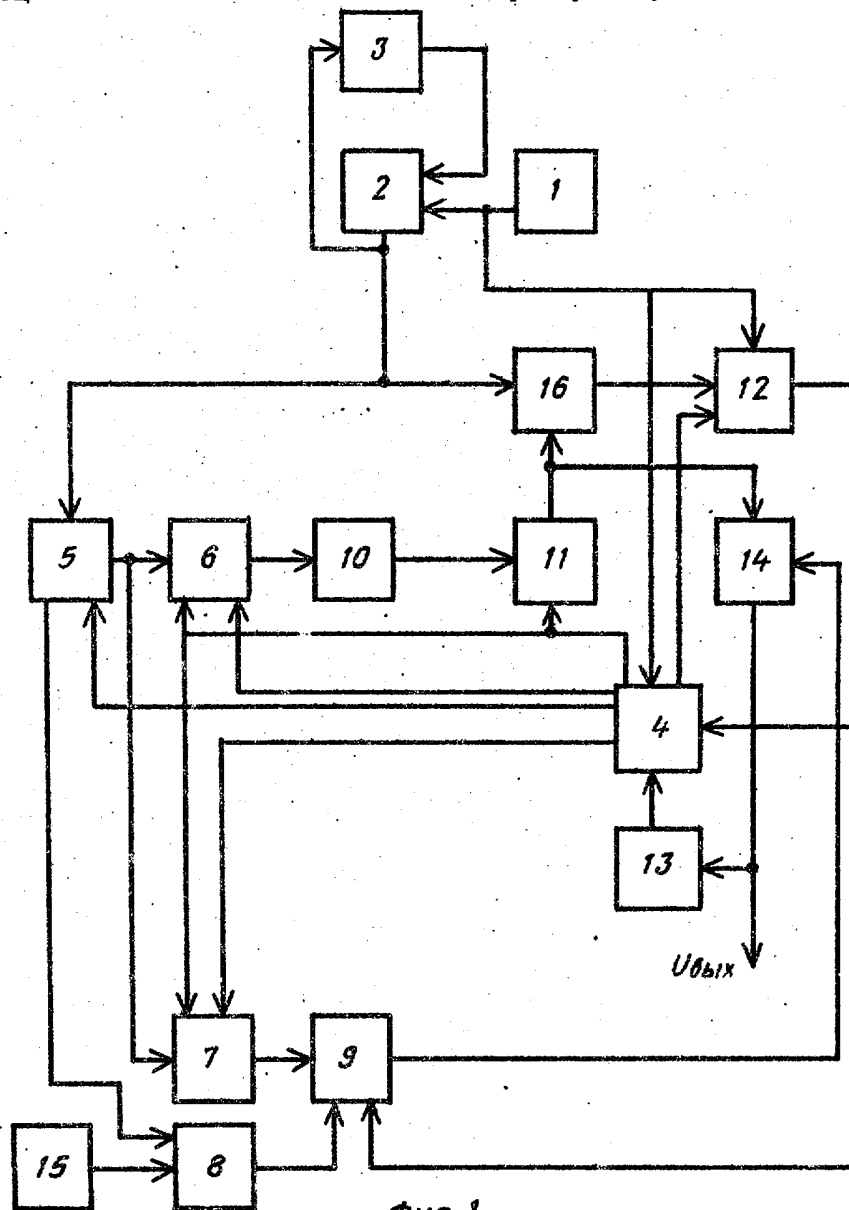
Таким образом, случайный процесс $U_{\text{вых}}(t)$ содержит линейную составляющую со случайным начальным значением и скоростью изменения kC_2 , а также случайную составляющую $C_d(t)$ с заданной величиной дисперсии и заданным законом распределения моментов изменения значений.

Линейная составляющая процесса моделирует процесс постепенного от-

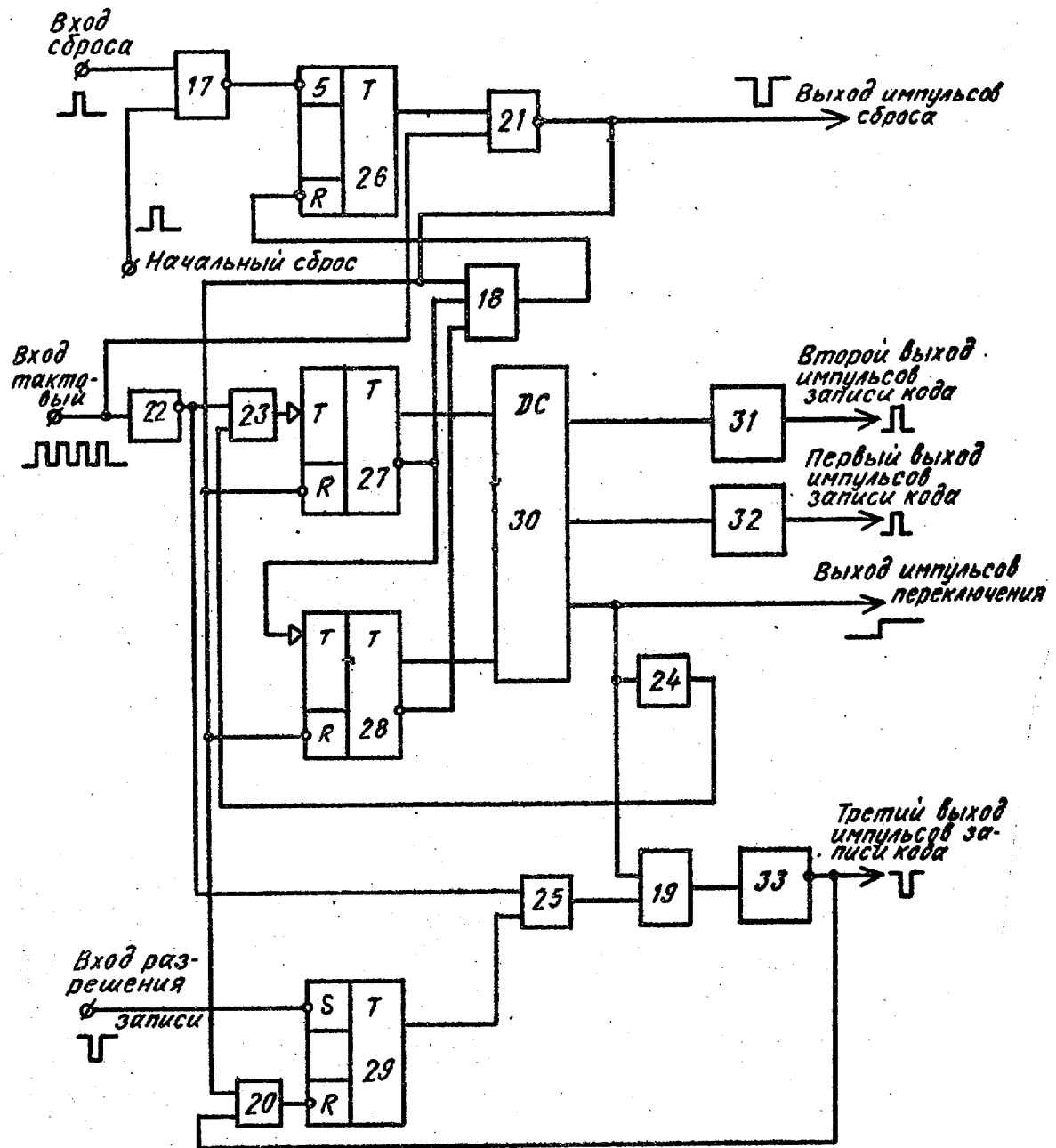
каза объекта, случайная составляющая $C_d(t)$ — функциональные явления и помехи в процессе.

5 Предлагаемый генератор случайных сигналов обладает высокой точностью за счет применения цифровых схем. Заданная точность аппроксимации линейного процесса обеспечивается необходимым числом разрядов первого счетчика 11. Диапазон значений случайных временных интервалов задается числом разрядов второго счетчика 12.

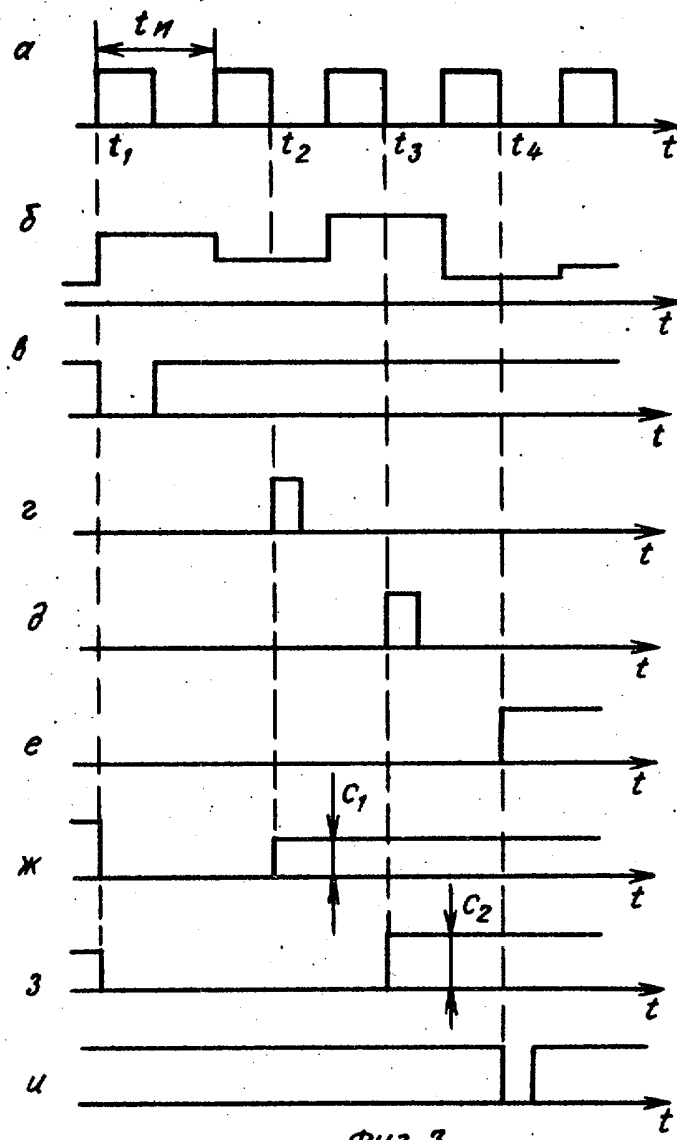
15 Генератор случайных сигналов воспроизводит случайный процесс, который более точно описывает физические процессы, воздействующие на испытываемые приборы в условиях эксплуатации.



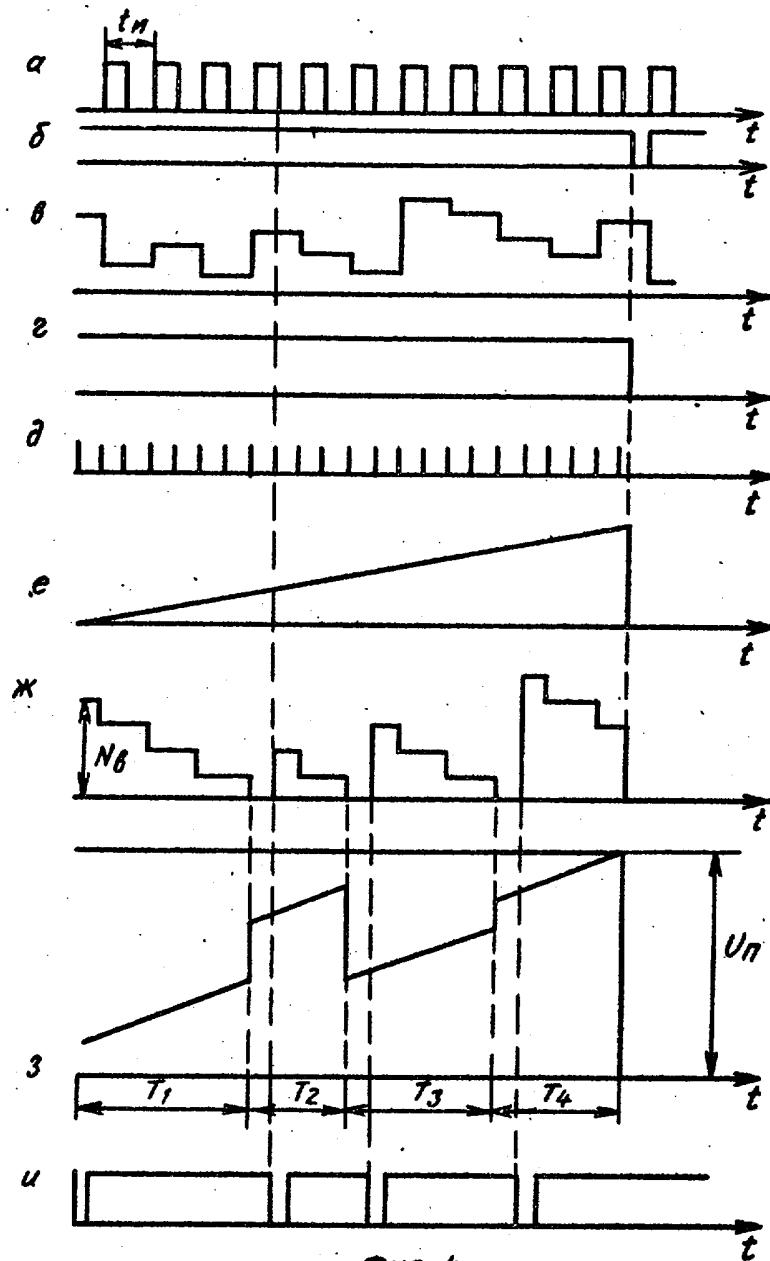
Фиг. 1



фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Составитель Н.Матвиенко

Редактор Р.Цицика

Техред Л.Микеш

Корректор Л.Бескид

Заказ 5559/51

Тираж 872

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