

УДК 681.5

**А.Ф.Гришков, А.В.Маргелов, А.А.Маргелов**  
**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ГЕНЕРАТОРОВ СЛУЧАЙНЫХ ВРЕМЕННЫХ**  
**ИНТЕРВАЛОВ**

Особое место в технике имитационного моделирования и испытаний электронной техники занимают генераторы случайных временных интервалов, которые позволяют воспроизводить заданную функцию распределения временных интервалов.

Одной из важных характеристик таких генераторов является точность воспроизведения заданной функции распределения.

Однако, значительное число известных типов генераторов случайных интервалов не обладают достаточно высокой точностью, а для ее обеспечения требуется увеличение емкости памяти или объема оборудования [1,2,3].

Предлагается способ и структурная схема генератора случайных интервалов, где для повышения точности аппроксимации используется симметрия функции плотности распределения относительно математического ожидания таких распределений как нормальное, распределение Симпсона, распределение Максвелла и т.д.

Использование симметрии позволяет аппроксимировать лишь одну (левую) из ветвей функции плотности, при этом удвоив число точек разбиения, а вторую (правую) получать путем арифметических операций над первой по формуле:

$$T_{pi} = T_m + (T_m - T_{li}), i = 1, 2, \dots, 2^m,$$

где  $T_{pi}$ ,  $T_{li}$  — значения аргумента правой и левой ветви в  $i$ -ой точке соответственно,

$T_m$  — математическое ожидание случайной величины,

$2^m$  — число точек разбиения левой ветви.

Структурная схема предлагаемого генератора случайных временных интервалов представлена на рис. 1

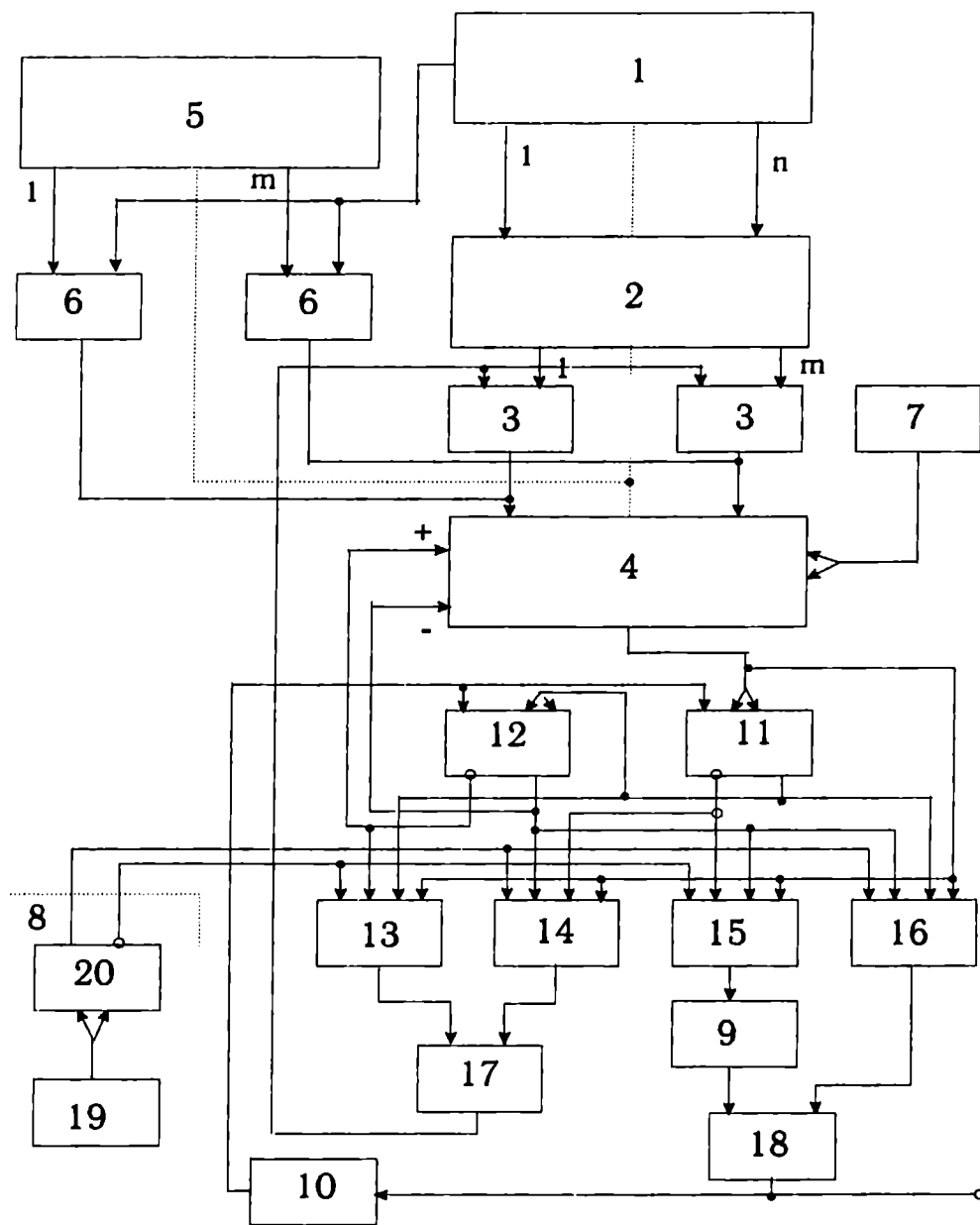


Рис. 1 Структурная схема генератора случайных временных интервалов

Генератор содержит:

- 1 - датчик равномерно распределенных случайных чисел,
- 2 - функциональный преобразователь,
- 3 - первую группу элементов И,
- 4 - счетчик,
- 5 - блок задания начальных условий,
- 6 - вторую группу элементов И,
- 7 - генератор импульсов,
- 8 - генератор равновероятных потенциалов,
- 9 - первый формирователь импульсов,
- 10 - второй формирователь импульсов,
- 11 - триггер,
- 12 - дополнительный триггер,

13, 14, 15, 16 - элементы И,

17, 18 - элементы ИЛИ,

Генератор равновероятных потенциалов состоит из:

19 - генератора случайной пачки импульсов и

20 - триггера.

Функция  $R(z)$  с числом точек разбиения  $2^m$ , соответствующая функции плотности  $R(t)$ , фиксируется в матрице функционального преобразователя только для левой ветви функции плотности поддиапазона  $T_z - T_m$

Датчик 1 равномерно распределенных чисел формирует в начале каждого цикла за время  $t_{\phi}$  случайное число  $i$  и выдает его  $n$ -разрядным параллельным импульсным кодом в функциональный преобразователь 2. Одновременно с кодом  $i$  с дополнительного выхода датчика 1 на вторые входы элементов И второй группы 6 поступает импульс записи, который производит запись кода  $Z_0$ , соответствующего начальному интервалу  $T_0$  в реверсивный счетчик 4. Счетчик 4 начинает считать импульсы в режиме сложения пока не переполнится.

Импульс переполнения на выходе счетчика свидетельствует об окончании обработки интервала  $T_0$ . Одновременно с обработкой  $T_0$  в преобразователе 2 за время  $t_n$  происходит преобразование  $n$ -разрядного кода  $X_i$  в  $m$ -разрядный код  $Z_i$ , по заданному закону распределения и его выдача в виде потенциалов на первые входы элементов И первой группы 3. Триггер 20 генератора равновероятных потенциалов считает регулярные импульсы, поступающие от генератора 19 случайной пачки импульсов, число которых в каждом цикле случайно. Триггер 20 представляет собой счетчик двух, который при счете импульсов случайной пачки многократно переполняется, что является необходимым условием для получения равновероятных событий. Вероятность пребывания триггера 20 в состоянии "0" после счета импульсов случайной пачки равна вероятности его пребывания в состоянии "1". Потенциалы с выходов триггера 20 поступают на входы элементов И 13, 14, 15 и 16, которые в начале каждого цикла выбирают с равной вероятностью левую или правую ветвь функции плотности.

Если триггер 20 в состоянии "0", то генератор обрабатывает случайный временной интервал  $T_i$  в поддиапазоне  $T_{0i} - T_m$ , после окончания обработки интервала  $T_0$  импульс переполнения с выхода счетчика 4 поступает на счетный вход триггера 11, который переключается в состояние "1", при этом на единичном выходе формируется потенциал верхнего уровня, разрешающий поступление импульса через элементы И 13, ИЛИ 17 на вторые входы элементов И 3.

Код  $Z_i$  записывается в реверсивный счетчик, который начинает его преобразовывать во временной интервал  $T_i$  в режиме сложения, так как на входе сложения потенциал верхнего уровня с нулевого выхода триггера 12. По окончании обработки интервала  $T_i$  импульс переполнения переключает триггер 11 в состояние "0", а триггер 12 в "1", и поступает через элемент И 15, формирователь импульсов 9, элемент ИЛИ 18 на выход генератора.

Если триггер 20 в состоянии "1", то генератор обрабатывает случайный временной интервал  $T_i$  в поддиапазоне  $T_m - T_{\max}$ . Интервал  $T_i$  в этом режиме работы генератора получается как сумма двух интервалов - фиксированного интервала, равного  $T_m - T_0$  и интервала  $T_j$ , задаваемого случайным числом  $Z_i$ . Импульс переполнения после обработки  $T_0$  переключает триггер 11 в "1", но на запись кода  $Z_i$  не поступает, так как все элементы И 13, 14, 15, и 16 закрыты. Поэтому счетчик 4 обрабатывает временной интервал  $T_m - T_0$ , равный  $2^m \Delta T$ , где  $\Delta T$  — период поступления импульсов от генератора 7. После счета

$2^m$  импульсов счетчик 4 обрабатывает код  $Z_i$  в режиме вычитания, так как потенциал верхнего уровня с единичного триггера 12 поступает на вход вычитания счетчика 4. После обработки интервала  $T_i$  третий импульс переполнения переключает триггер 11 в "1" и поступает через элемент И 14, элемент ИЛИ 18 на выход генератора и, задержавшись на длительность импульсов переполнения  $t_n$  формирователем импульсов 10, сбрасывает триггеры 11 и 12 в "0".

Таким образом, реверсивный счетчик 4 при выдаче генератором интервала, относящегося к поддиапазону  $T_0 - T_m$ , переполняется дважды, а в поддиапазоне  $T_m - T_{max}$  трижды. Поэтому к начальному интервалу  $T_0$  прибавляется дополнительный интервал  $T_0$ , в первом случае равный  $2 t_n$ , а во втором -  $3 t_n$ . Чтобы скомпенсировать разницу в одну длительность импульса введен формирователь импульсов 17, вносящий задержку на  $t_n$ .

Для несимметричных функций плотности для обеспечения нормальной работы генератора необходимо на нулевой вход триггера 12 подать потенциал, запрещающий счет трех импульсов и работу реверсивного счетчика в режиме вычитания.

Результаты экспериментальных исследований показали, что предложенный способ и генератор позволяют повысить точность воспроизведения заданных функций распределения на порядок в сравнении с известными.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *В.Н.Четвериков, Э.А.Баканович.* Стохастические вычислительные устройства систем моделирования. М.: Машиностроение, 1989. - 272 с.
2. *Е.В.Батырев, В.А.Майлон и др.* Генератор случайных временных интервалов. Авт. свид. № 440662, к. G06F 1/02. АРБ. 1 31, 1974.
3. *А.В.Маргелов и др.* Генератор случайных временных интервалов. Авт. свид. № 74682, кл. G06F 1/02. Бюл. № 25, 1980 и авт. свид. № 1553973, кл. G06F 7/58. Бюл. № 12, 1990.

УДК 658.512

### А.М. Никифоров ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАЗМЕЩЕНИЯ

#### Введение

Проблема размещения элементов СБИС на кристалле (СБИС на плате) является определяющей для этапа трассировки. Разработано большое число различных алгоритмов размещения элементов по посадочным местам с минимизацией суммарной длины и внутрисхемных пересечений. Все алгоритмы условно можно разделить на две группы: непрерывно-дискретные и дискретные. К первой группе относятся алгоритмы, основанные на построении механических аналогов, градиентные методы и др. Ко второй группе относятся итерационные, последовательные, смешанные, генетические, а также основанные на методах ветвей и границ.[1,2]

Последовательные алгоритмы (часто встречается название "конструктивные с начальным размещением") заключаются в выборе первоначально размещаемого элемента или группы элементов с последующим подсоединением неразмещенных элементов. После размещения элементы уже не перемещаются. Последовательные алгоритмы размещения требуют небольших временных затрат и относятся к классу полиномиальных алгоритмов. Их