

ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ В ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Шпильман Александр Владимирович

студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
Санкт-Петербург

Аннотация. Рассматриваются и сравниваются генераторы случайных чисел (ГСЧ) в Labview, Matlab, Mathcad при равномерном распределении.

Ключевые слова: генератор, моделирование, распределение.

THE RANDOM NUMBER GENERATOR IN A SIMULATION

Shpilman Alexandr Vladimirovich

student

Saint Petersburg State Electrotechnical University, St. Petersburg

Abstract. Considered and compared random number generators (RNG) about a uniform distribution.

Keywords: generator, modeling, distribution.

Многофункциональность процессорных измерительных средств, усложнение выполняемых алгоритмов измерений, наличие программной части и возможность менять при фиксированной аппаратной части посредством изменения измерительного программного обеспечения потребовали дальнейшего развития алгоритмического обеспечения анализа характеристик погрешностей результатов измерений и метрологических характеристик средств измерений с использованием как расчетных методов, так и имитационного моделирования. Это повлекло за собой необходимость в формализованном представлении априорной информации о свойствах входных воздействий, средств измерений (включая аналоговые) и условий, используемой при оценивании характеристик погрешностей и метрологических характеристик. Степень адекватности используемой априорной информации реальности устанавливают с помощью метрологического эксперимента.

В настоящее время использование имитационного моделирования быстро развивающееся и это перспективное направление в мире в связи с компьютеризацией всех сфер деятельности человека. В современной метрологии использование имитационного моделирования для метрологического анализа результатов измерений весьма перспективно, так как требует меньших затрат времени и средств, с возможностью неоднократного повторения эксперимента.

Имитационное моделирование требует использования большого количества случайных величин. Моделирование этих случайных величин может быть выполнено на основе наблюдений за реальной системой. Результаты наблюдений могут быть использованы в модели либо непосредственно, либо через генераторы случайных чисел, воспроизводящие их статистические аналоги.

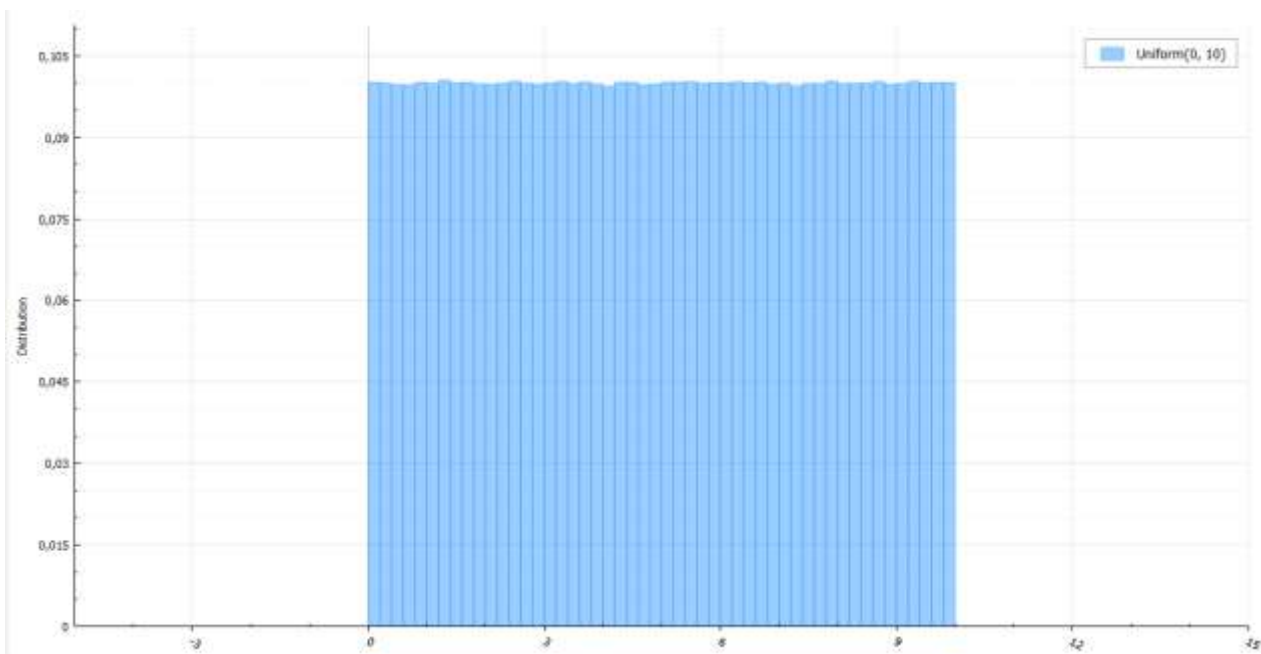
Программные генераторы равномерно распределенных чисел рассчитывают каждое новое число на основе одного или нескольких предшествующих чисел в соответствии с заданной математической форму-

лой. Таким образом, получаемые числа являются полностью детерминированными и возможно повторение прогона с той же последовательностью получаемых величин. Это свойство является важным преимуществом программных генераторов, т.к. дает возможность сравнивать варианты организации системы при одинаковой нагрузке. Отсутствие дополнительного оборудования и необходимости многократных проверок программных генераторов также являются достоинствами этого подхода.

Генерация случайных чисел может проводиться для нормального и равномерного распределения.

Равномерное распределение.

$$f(x|a, b) = \frac{1}{b - a} \text{ for } x \in [a, b]$$

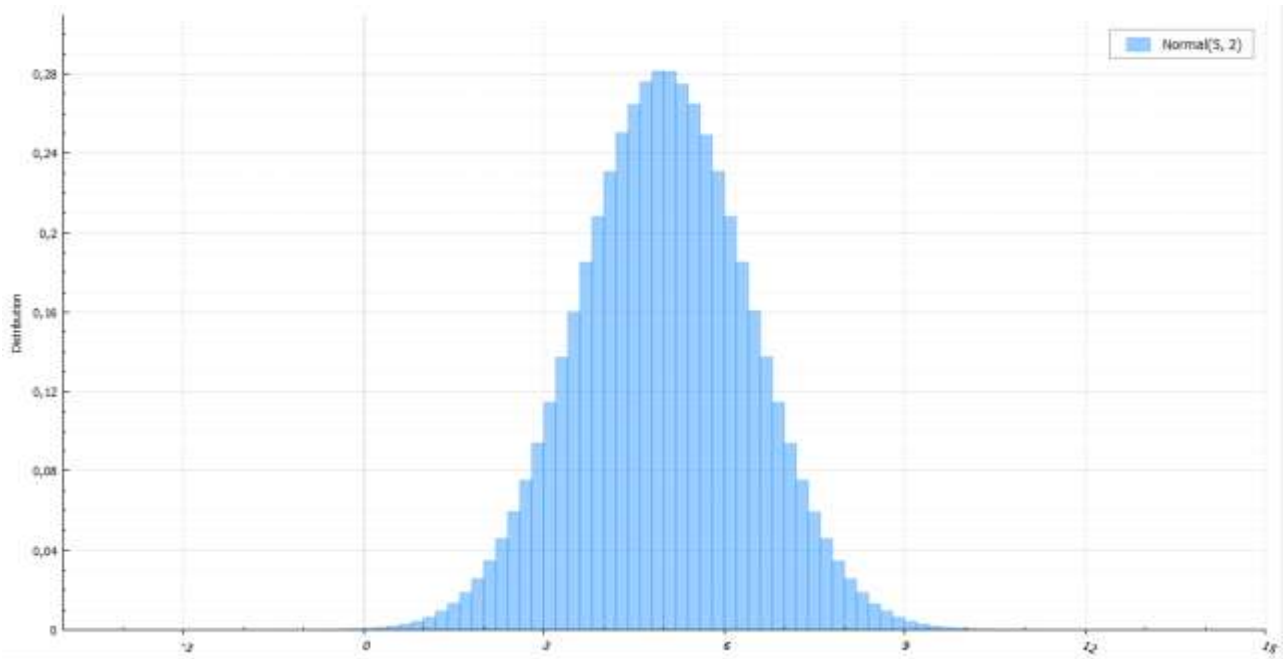


Равномерное распределение может использоваться при генерации почти что любой случайной величины, благо имеется очень простой и универсальный метод инверсии: генерируем случайную величину U , равномерно распределенную от 0 до 1, и возвращаем обратную функцию распределения (квантиль) с параметром U . Действительно:

$$\mathbb{P}(F^{-1}(U) \leq x) = \mathbb{P}(U \leq F(x)) = F(x)$$

Нормальное распределение.

$$f(x|\mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



Генерируем случайную величину X из распределения $g(x)$ и случайную величину U , равномерно распределенную от 0 до 1.

Если $U < f(X) / Mg(X)$ – возвращаем X , иначе – повторяем заново.

Вероятность принять случайную величину:

$$\mathbb{P}\left(U \leq \frac{f(X)}{Mg(X)}\right) = \int_{-\infty}^{\infty} \mathbb{P}\left(U \leq \frac{f(x)}{Mg(x)}\right) \cdot g(x) dx = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{f(x)}{Mg(x)} g(x) dx = \frac{1}{M} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = \frac{1}{M}$$

Чем меньше вы выберете M – тем больше эта вероятность – тем быстрее будет работать генератор.

Генератор случайных чисел в Labview, Mathcad, Matlab.

Чтобы создать виртуальных генератор случайных чисел в среде LabView нужно создать новый проект, на фронтальную панель добавить элемент Waveform Chart, который находится на контрольной панели в разделе Classic -> Classic Graph.

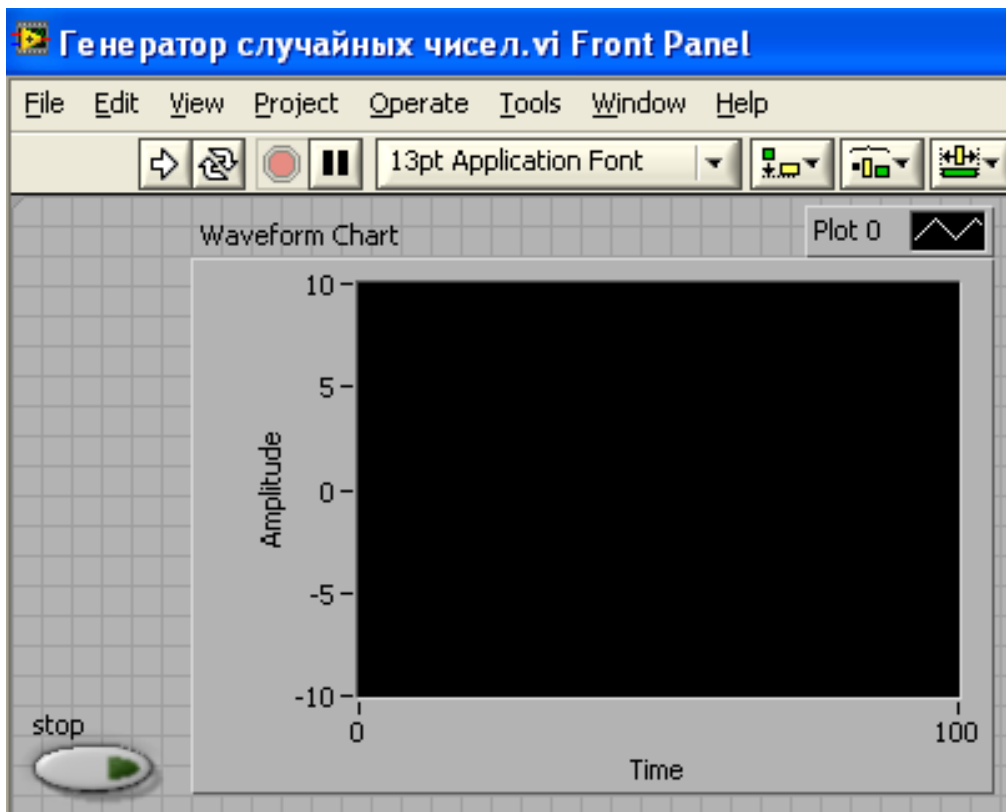


Рис. 1. Фронтальная панель LabVIEW

Затем нужно перейти на блокковую диаграмму и добавить цикл While Loop из раздела Programming -> Structures. Для остановки/запуска цикла нужно добавить контроль. Также надо добавить генератор случайных чисел Random Number (0-1) из раздела контрольной панели Mathematics -> Numeric.

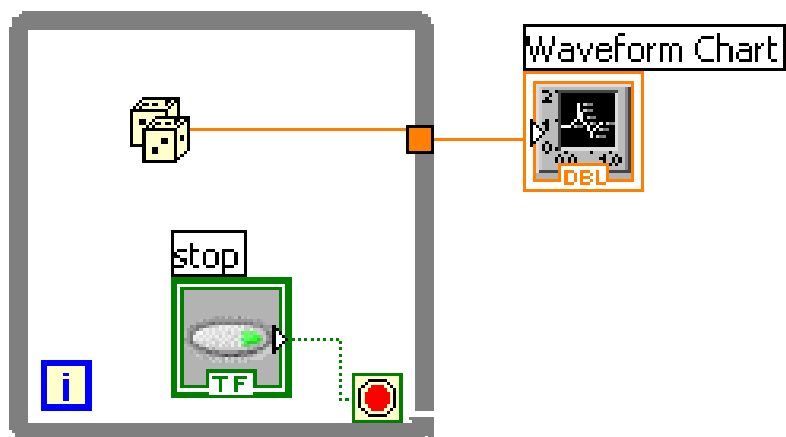


Рис. 2. Элементы блокковой диаграммы

Чтобы запустить виртуальную модель на выполнение нужно нажать кнопку Run Continuously на главном меню фронтальной панели с пиктограммой.

Результат выполнения показан на рис. 3.

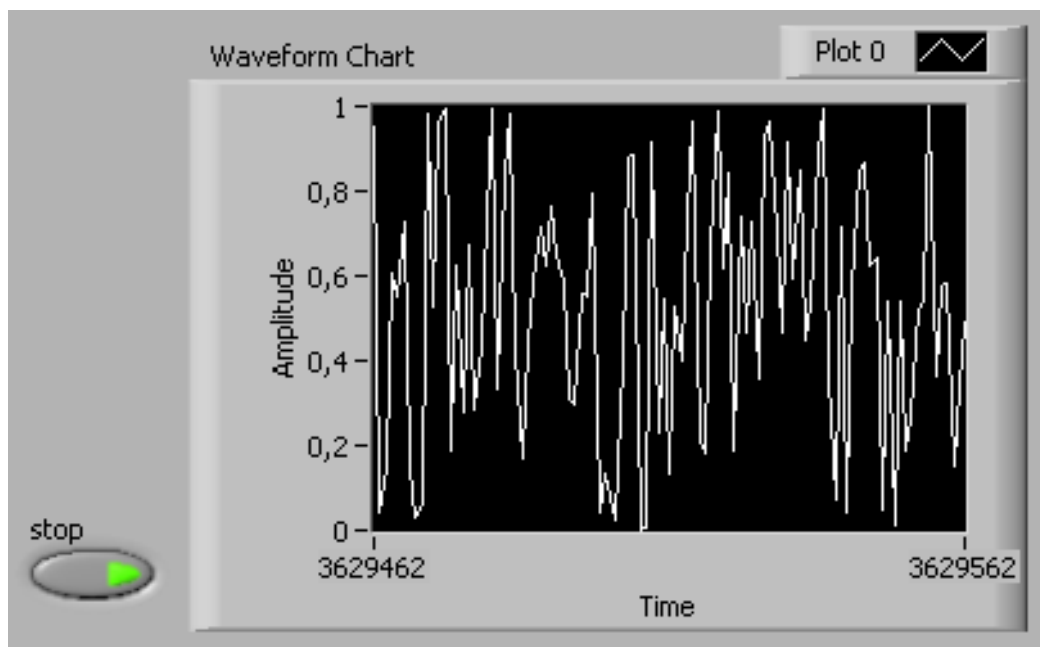


Рис. 3. Результат работы генератора случайных чисел

Mathcad поставляется с рядом функций для генерирования случайных чисел, имеющих разнообразные распределения вероятностей.

`runif (m, a, b)` Возвращает вектор m случайных чисел, имеющих равномерное распределение, в котором b и a являются граничными точками интервала. $a < b$.

`rnd (x)` Возвращает равномерно распределенное случайное число между 0 и x . Эквивалент `runif (1, 0, x)`.

В Matlab функция $X = \text{rand}(m, n)$ формирует массив размера $m \times n$, элементами которого являются случайные величины, распределенные по равномерному закону в интервале $(0, 1)$.

Обращение к генератору равномерно распределенных случайных чисел реализуется следующим образом:

$X = \text{rand}(3, 4)$ X =
0.0649 0.0199 0.3987 0.3988
.3559 0.6589 0.6038 0.0453
0.8432 0.2068 0.2722 0.5468

Для сравнения были изучены свойства генераторов в программных средах Labview, Matlab и Mathcad. Датчиками случайных чисел генерировалась последовательность объемом $N = 1000$ по заданному виду закона вероятности распределения с математическим ожиданием ($M(x)$) равным нулю и среднеквадратическим отклонением ($\sigma(x)$) равным единице для нормального закона распределения.

Приведем результаты расчетов для равномерного закона распределения.

В программной системе Mathcad

$$M(x) = 0,4749$$

$$D(X) = 0,06461 \quad \sigma(x) = 0,2542$$

В программной системе LabVIEW

$$M(x) = 0,4969$$

$$D(X) = 0,1196 \quad \sigma(x) = 0,3459$$

В программной системе Matlab

$$M(x) = 0,4964$$

$$D(X) = 0,0033 \quad \sigma(x) = 0,0575$$

В результате проделанных расчетов можно сделать вывод, что по интерфейсу удобнее LabVIEW, так как обеспечивает удобное взаимодействие и создание генератора случайных чисел (ГСЧ).

Самое малое значение дисперсии $D(X)$ при генерации случайных величин (ГСЧ) получено в среде Matlab. Если дисперсия маленькая – значения сравнительно близки друг к другу. Следовательно можно сделать вывод, что в данном случае для получения однородной совокупности и надежной (типичной) средней величины удобнее использовать генератор случайных чисел (ГСЧ) в программе Matlab.

Список использованных источников

1. Цветков Э.И. Основы математической метрологии.
2. Вероятностно-статистические методы / сост. И.А. Карабанов, Н.В. Орлова. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. 64 с.