

## Список цитируемых источников

1. Проблемы подготовки специалистов для ИТ-индустрии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://amt-training.ru/content/articles/14312/>. — Дата доступа: 14.03.2013. — Загл. с экрана.
2. Дидактика и компетентность в профессиональной деятельности преподавателя медицинского вуза и колледжа. Руководство для преподавателей [Электронный ресурс]. — <http://www.rae.ru/monographs/73>. — Дата доступа: 20.03.2013. — Загл. с экрана.
3. *Кербель, Б. М.* Корпоративный университет — принцип построения и функционирования [Электронный ресурс] / Б. М. Кербель, И. Г. Попова. — Режим доступа: <http://ou.tsu.ru/seminars/sem13/tezis/section2.htm>. — Дата доступа: 03.03.2013. — Загл. с экрана.

Материал поступил в редакцию 07.10.2013 г.

*А. В. Шах*

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РЕКУРРЕНТНОГО ВЕРОЯТНОСТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Рассматривается задача разработки имитационной модели программно-управляемого вероятностного преобразователя. Процедура создания имитационной модели сводится к разработке подпрограмм, имитирующих функционирование подсистем объекта, а также программы, организующей их информационное сопряжение в соответствии с заданной конфигурацией.

The problem of developing a simulation model of software-controlled probabilistic converter. The procedure for creating a simulation model is to develop routines that simulate the functioning of the subsystems of the object, as well as programs, organizing their information conjugation in accordance with the specified configuration.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, стохастические устройства, случайные величины, рекуррентный вероятностный преобразователь.

**Key words:** imitation modeling, stochastic devices, random variables, stochastic recurrent converter.

**Введение.** В связи с расширением области применения стохастической аппаратуры становится актуальной задача создания систем автоматизации моделирования и испытания стохастических устройств. Одним из основных компонентов устройств имитационного моделирования являются генераторы случайных величин с заданными вероятностными и корреляционными характеристиками. Постановка натуральных экспериментов при разработке аппаратуры ограничивает широту проведения исследовательских работ, требуя определённых исходных данных. В этих условиях мощным инструментом стали методы моделирования.

В практике моделирования систем наиболее часто приходится иметь дело с объектами, которые в процессе своего функционирования содержат

элементы стохастичности или подвергаются стохастическим воздействиям внешней среды. Поэтому основным методом получения результатов исследования таких стохастических систем является метод статистического моделирования на ЭВМ, использующий в качестве теоретической базы предельные теоремы теории вероятностей.

Статистическое моделирование — метод исследования сложных систем, основанный на описании процессов функционирования отдельных элементов в их взаимосвязи в целях получения множества частных результатов, подлежащих обработке методами математической статистики для получения конечных результатов. В основе статистического моделирования лежит метод статистических испытаний [1, с. 23].

**Методы моделирования стохастических устройств.** Стохастические устройства обладают определённой спецификой: они могут рассматриваться и как электронные устройства, и как математические объекты. Будучи электронными устройствами, стохастические устройства состоят из наборов электронных компонент (триггеры, логические элементы и т. д.). В то же время стохастические устройства могут рассматриваться как система математических объектов, каждый из которых обладает определёнными математическими характеристиками (распределения вероятностей, интенсивности случайных потоков и т. д.). Для реализации этих двух способов существует огромное множество специализированного программного обеспечения.

**Методы моделирования случайных величин.** Преобразователь рекуррентного типа формирует случайные импульсные потоки, в которых временные интервалы между стандартными по амплитуде и длительности сигналами распределены в соответствии с заданным вероятностным законом  $F^*(t)$ , причём функция распределения  $F^*(t)$  может регулироваться в широких пределах. Для формирования случайного импульсного потока с требуемыми вероятностными характеристиками использован принцип преобразования нескольких первичных случайных импульсных потоков  $\phi_i^*(z)$  с известными вероятностными характеристиками во всём диапазоне регулирования интенсивностей  $\lambda_i$  этих потоков.

Для построения имитационной модели рекуррентного вероятностного преобразователя необходимо организовать непрерывную подачу на порт ЛРТ сигналов, причём для более достоверной имитации сигнал должен генерироваться случайным образом за указанный промежуток времени. Для этих целей было написано приложение, удовлетворяющее всем требованиям (рисунок 1).

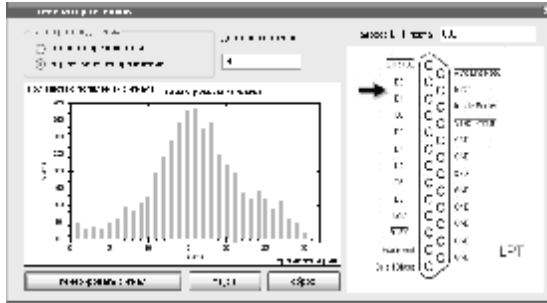


Рисунок 1 — Генератор сигналов в режиме работы «Нормальный закон распределения»

Математическая модель процесса преобразования может быть представлена следующим образом. Пусть заданы функция распределения случайных временных интервалов  $F^*(t)$ , которую требуется воспроизвести, и интервал времени  $T^*$ , на котором эта функция может быть воспроизведена с достаточной степенью точности. Для воспроизведения функции  $F^*(t)$  воспользуемся принципом квантования её по времени (рисунок 2).

Разобьём интервал  $T^*$  на  $n$  непересекающихся подынтервалов длительностью  $\Delta t$  каждый точками  $t_0, U, \kappa, \dots, t_n$  так, что  $\Delta t = t_i - t_{i-1}$  для  $i$  от 1 до  $n$ . Потребуем, чтобы в рассматриваемом управляемом вероятностном преобразователе (УВП) обеспечивались такие же вероятности попадания формируемых случайных временных интервалов в подынтервалы  $\Delta t_i$ , как и для воспроизводимой функции  $F^*(t)$  [2, с. 5].

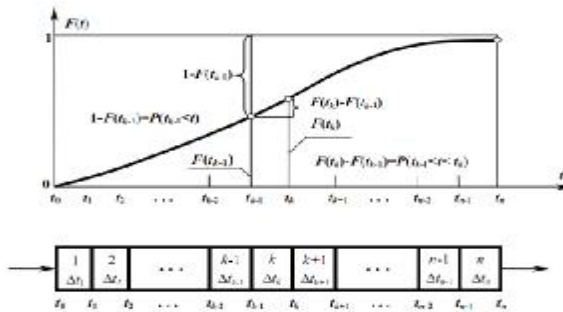


Рисунок 2 — Схема квантования воспроизводимой функции распределения

### **Результаты моделирования вероятностного преобразователя.**

Данный преобразователь позволяет задавать закон появления случайных величин. Было написано приложение, которое представляет собой имитационную модель процесса преобразования закона распределения случайных величин на требуемый. Для анализа достоверности имитационной модели проведено преобразование поступающего сигнала в выходной, имеющий вероятность появления, заданную величиной  $f(\tau)$ .

При исходном входном сигнале, имеющем равномерное распределение на исследуемом интервале, средняя погрешность работы имитационной модели УВП рекуррентного типа составила  $\approx 11\%$ , а при поступлении сигнала с нормальным законом распределения на исследуемом интервале —  $30\ldots 40\%$ . Данная погрешность работы УВП объясняется генерированием  $\approx 70\%$  исходных сигналов на узком участке рассматриваемой временной прямой.

**Заключение.** При проектировании стохастических устройств и разработке систем на их основе требуется учитывать большое количество уникальных свойств и факторов, которые отличают данные устройства от традиционной вычислительной аппаратуры. Применение методов имитационного моделирования, учитывающих специфику вероятностной вычислительной аппаратуры, и статистической обработки данных позволяет существенно упростить и ускорить решение задач, связанных с созданием и исследованием стохастических устройств.

Используя методы математического моделирования и статистической обработки данных, можно эффективно исследовать поведение радиотехнических схем.

Полученные в ходе работы данные и результаты впоследствии будут использованы при проектировании стохастических устройств, в частности, при создании комплексной имитационно-моделирующей установки для автоматизации научных исследований и испытаний радиотехнических систем.

### **Список цитируемых источников**

1. Ярмолик, В. Н. Генерирование и применение псевдослучайных сигналов в системах испытания и контроля / В. Н. Ярмолик, С. Н. Демиденко. — Минск. : Наука и техника, 1986. — 200 с.

2. Баканович, Э. А. Рекуррентные вероятностные преобразователи с программным управлением / Э. А. Баканович, М. А. Орлов, С. Ф. Костюк // Информационные и измерительные устройства в радиоэлектронике : тез. докл. науч.-техн. конф. — Рига : [б. и.], 1974. — С. 35—37.

Материал поступил в редакцию 24.06.2013 г.