

УДК 35.08

СИСТЕМА ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН В ИНТЕРЕСАХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ И НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К ИХ РАЗРЕШЕНИЮ

Тукеев Д.Л.

Санкт-Петербургский филиал Российской таможенной академии

THE SYSTEM OF TASKS FOR MODELING RANDOM VARIABLES IN THE INTERESTS OF THE FUNCTIONING OF THE RISK MANAGEMENT SYSTEM AND SOME APPROACHES TO THEIR RESOLUTION

Tukeyev D.L.

*St. Petersburg Branch of the Russian Customs Academy***Аннотация**

В статье рассмотрена система задач моделирования случайных величин, возникающих в процессе функционирования системы управления рисками и предложены методы их разрешения, разработанные автором.

Ключевые слова: системный анализ, система управления рисками, компьютерное моделирование, случайные величины.

Abstract

The article describes a system of tasks for modeling random variables arising in the course of the functioning of a risk management system and suggests methods for their resolution developed by the author.

Keywords: system analysis, risk management system, computer simulation, random variables.

Анализ литературы [1] по вопросам функционирования системы управления рисков (СУР), реализованной в Федеральной таможенной службе, позволяет разделить все множество случайных величин (СлВ), используемых для создания и верификации моделей, характеризующих эффективность функционирования СУР, в зависимости от степени стохастической взаимосвязи на следующие подмножества:

- независимые СлВ;
- зависимые двумерные вектора;
- зависимые многомерные вектора.

Исходя из этого, весь спектр информационных ситуаций, возникающих при моделировании случайных величин и векторов в интересах функционирования СУР, может быть представлен следующими типовыми случаями:

- моделирование одномерного стандартного распределения путем применения типовых генераторов случайных чисел;
- моделирование симметричного одномерного распределения;
- моделирование ассимметричного одномерного распределения;
- моделирование двумерного зависимого вектора с заданным коэффициентом корреляции;
- моделирование многомерного зависимого вектора любой размерности.

Классическим подходом к выбору закона распределения является подход, основанный на проверке гипотез, оставляющий широкое поле для толкования в случае, если несколько гипотез не противоречат имеющимся статистическим данным.

Для преодоления данной неопределенности был разработан универсальный моделирующий алгоритм на основе симметричного одномерного распределения, плотность распределения вероятностей для которого имеет вид [1]

$$p(x) = \frac{\alpha}{2\lambda\sigma\Gamma(1/\alpha)} \exp\left(-\left|\frac{x-m_x}{\lambda\sigma}\right|^\alpha\right), \quad (1)$$

где $\lambda = \sqrt{\frac{\Gamma(1/\alpha)}{\Gamma(3/\alpha)}}$;

α - показатель степени;

σ - среднее квадратическое отклонение (СКО);

m_x - математическое ожидание (МО);

$\Gamma(z)$ - гамма-функция.

Для получения генератора случайных чисел с заданными четырьмя моментами распределения были предложены различные процедуры, большинство из которых натолкнулось на сложность реализации из-за недостаточно высокой точности генераторов случайных чисел стандартных про-

грамм (Excel, Mathcad), в которых только равномерное и нормальное распределения генерируются с достаточной для инженерных расчетов точностью.

Продолжение исследований в выбранном направлении позволило предложить способ получения симметричных одномерных распределений гистограммным методом, который базируется на обработке результатов статистического эксперимента, суть которого заключается в генерации заранее определенных количества равномерно распределенных величин в каждом из заданного нечетного количества одинаковых по ширине интервалов и их последующего объединения и перемешивания. Предложенный подход доведен до патента РФ на полезную модель [2], подтверждающего новизну проведенного исследования.

Полученные в ходе проведенных вычислительных экспериментов результаты моделирования одномерных распределений позволяют применить для моделирования двумерных зависимых векторов с высокой точностью следующую итерационную процедуру, включающую в себя этапы, приведенные ниже:

- 1) моделирование заданного количества СлВ первого распределения;
- 2) моделирование заданного количества СлВ второго распределения;
- 3) ранжирование определенного количества обоих распределений;
- 4) вычисление коэффициента корреляции двумерного вектора;
- 5) увеличение числа ранжированных пар в случае меньшего значения моделируемого значения коэффициента корреляции

и наоборот;

б) попарное перемешивание двумерных СлВ.

Моделирование зависимых случайных векторов любой размерности осуществляется в соответствии с подходом, использующем математический аппарат метода главных компонент [3].

Для этого последовательно выполняются следующие шаги:

Шаг 1. Ввод и подготовка исходных данных – матрицы результатов натуральных измерений зависимых СлВ и расчет матрицы парных корреляций.

Шаг 2. Вычисление матриц факторного отображения и главных компонент по матрице парных корреляций.

Шаг 3. Определение вероятностных характеристик (первых четырех моментов законов распределения) для каждой независимой ГК.

Шаг 4. Синтез датчиков СлВ для каждой ГК.

Шаг 5. Последовательная генерация независимых СлВ ГК.

Шаг 6. Нахождение значений стохастически зависимых СлВ путем обратного решения матрицы факторного отображения.

Объединение разработанных в ходе проводимого исследования алгоритмов, процедур и моделей позволяет сделать вывод о наличии системы идентификации и моделирования СлВ, позволяющей решить широкий спектр прикладных задач в интересах анализа и синтеза моделей, характеризующих эффективность функционирования СУР ФТС.

Список литературы

1. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. Л.: Энергоатомиздат, 1991. 304с.
2. Тукеев Д.Л., Максименко М.А., Россошанский П.В. и др. Генератор случайных чисел. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и

товарным знакам. Патент на полезную модель № 119482, 2012.

3. Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Уебе Г. и др. Многомерный статистический анализ в экономике. – М.: Юнити, 1999. 598 с

Поступила в редакцию 20.11.2018

Сведения об авторе:

Тукеев Дмитрий Леонидович – доктор технических наук, профессор кафедры технических средств таможенного контроля и криминалистики Санкт-Петербургского филиала Российской таможенной академии, e-mail: dimleo@inbox.ru

Электронный научно-практический журнал "Бюллетень инновационных технологий" (ISSN 2520-2839) является сетевым средством массовой информации регистрационный номер Эл № ФС77-73203 по вопросам публикации в Журнале обращайтесь по адресу bitjournal@yandex.ru