Лев Морозов, Павел Мерло

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ В СВЯЗИ С ПОВЫШЕНИЕМ СКОРОСТИ И ВОЛАТИЛЬНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ

В статье рассмотрены вопросы необходимости использования нового класса вероятностных распределений при анализе информационных потоков. Тип нового класса распределений обусловлен нестационарностью случайных процессов. Приведены примеры использования нового класса распределений.

Ключевые слова: *нестационарный; случайный; распределение; информационный поток.*
Форм. 4. Рис. 2. Лит. 20.

Лев Морозов, Павел Мерло

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ У ЗВ'ЯЗКУ З ПІДВИЩЕННЯМ ШВИДКОСТІ ТА ВОЛАТИЛЬНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ

У статті розглянуто питання необхідності використання нового класу розподілів ймовірності в аналізі інформаційних потоків. Тип нового класу розподілів обумовлений нестаціонарністю випадкових процесів. Наведено приклади використання нового класу розподілів ймовірності.

Ключові слова: *нестаціонарний; випадковий; розподіл; інформаційний потік.*

Lev Morozov[1], Pawel Merlo[2]

CURRENT PROBLEMS OF COMPUTER SCIENCE DUE TO THE INCREASED SPEED OF INFORMATION FLOWS AND VOLATILITY

The article explores the need for applying a new class of probability distribution for the information flows analysis. This type of new class of distribution is preconditioned by the non-stationarity of random processes. The examples on the application of the new class of probability distribution are given.

Keywords: *non-stationary; random; distribution; information flow.*

Постановка проблемы. Информатика базируется не только на компьютерной технике, но и на изучении структуры, закономерностей и общих свойств информационных потоков, а также на методах анализа, хранения, поиска, преобразования, передачи и применения информации в различных областях деятельности.

Таким образом, неправильно было бы говорить о том, что информатика базируется исключительно на компьютерной технике и немыслима без неё.

Как следует из названия данной статьи, проблемы информатики рассматриваются авторами во взаимосвязи со скоростью и волатильностью или изменчивостью информационных потоков. И здесь встаёт следующий вопрос. Какое отношение к информатике имеют модели вероятностных распределений, порождаемых стохастическими информационными потоками? Казалось бы, есть специальные разделы математики: теория вероятностей, математическая статистика, теория случайных процессов, которые рассматривают данные вопросы [2–4; 6].

[1] Institute of Innovation and Strategic Investments, Olsztyn, Poland.
[2] University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland.

Оказывется, симбиоз информатики и математики даёт мощный синергетический эффект [9; 11; 13; 20] в виде ускорения получения закономерностей изучаемых явлений, более глубокой их идентификации и учёта в тех или иных хозяйственных ситуациях характера информационных потоков. Для быстро развивающейся глобализации экономик, для инновационных процессов, прикладной и теоретической науки и образования этот процесс приобретает первостепенное значение и требует приоритетного развития.

Таким образом, экспресс-анализ вероятностных распределений информационных потоков любой природы с их идентификацией имеет приоритетное значение не только для успешного развития информатики, но и для увеличения эвристической составляющей её развития.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблеме идентификации распределений информационных потоков всегда уделялось повышенное внимание [5; 7; 16]. При этом, как правило, используются главным образом распределения, связанные с эргодическими стационарными процессами [2; 10; 19], с сепарабельными случайными процессами, почти все выборочные функции которых являются неубывающими функциями [17], с однородными процессами дискретного типа на компактной стохастической полугруппе с конечной обобщённой мерой [8; 12], с суммой независимых случайных величин [18] или распределения, применяемые для решения практических задач [4; 7; 10; 14; 16], которые в полной мере не соответствуют случайным процессам с зависимыми приращениями и с учётом последействия.

Нерешённые ранее части общей проблемы. В меньшей степени исследованы вопросы связи характера функции плотности вероятностного распределения случайных величин, обусловленного нестационарностью случайных процессов, с зависимыми приращениями и с учётом последействия [15].

Цель исследования – рассмотреть вопросы идентификации эмпирических распределений на основе нового класса вероятностных распределений, связанных нестационарными случайными процессами с зависимыми приращениями и с учётом последействия.

Основные результаты исследований. В настоящем исследовании внимание сосредоточено, главным образом, на новом классе вероятностных распределений [15], который имеет существенные аппроксимационные и эвристические преимущества над распределениями, используемыми в настоящее время. Во многих областях науки, техники, экономики данный вопрос незаслуженно игнорируют.

Если $\{x_i(\xi)\}$ является последовательностью положительных случайных переменных, которые связаны со нестационарным случайным процессом $\{\xi_i(*)\}$ с зависимыми приращениями, то можем представить последовательность $\{x_i(\xi)\}$, как ряд $\{z_i\}$ при условии, что $z_1 = x_1,\ z_2 = x_1^* \times x_2, \ldots, z_n = x_1^* \times x_2^* \ldots x_{n-1}^* \times x_n$, где x_j^* – дополнение к x_j и $(x_j^*)^* = x_j$.

В случае $Z \subset \Gamma$, где Γ – класс борелевских множеств, можем получить ряд $\{Y_i\}$, такой что

$$y_v \cap y_\mu = 0; \quad v \neq \mu; \quad i = \psi(n) \tag{1}$$

Введём функцию $\eta(*)$, которая учитывает характер нестационарности и последействия в виде

$$E\{X(M_{r+m})\} = \eta(r+m) \times E\{X(M_r)\}. \qquad (2)$$

Учитывая (1) и (2), при определении полной вероятности поля событий, получаем функцию распределения вероятности в виде:

$$P\{X(M_n) \le X_i\} = \sum_0^{\infty} P\{\psi(n) = j\} \times P\left\{ \sum_0^{j} Y_j \le X \Big/ \begin{matrix} n = \psi^{-1}(Y_i) \\ \sum \xi_i(X) \ge M_r \end{matrix} \right\} = \sum_0^{\infty} q(j) \cdot H(Y)^{*\eta(j)}. \qquad (3)$$

При переходе от $H(Y)$ к $H(X)$ необходимо, чтобы $H(Y)^{*\eta(j)} = H(X)^{*\eta(\varphi(j))}$.

В этом случае функцию плотности распределения вероятности можно записать в виде:

$$r(K_W) = \exp\{-\lambda K_0\} \sum_0^{\infty} \frac{(\lambda K_0)^j}{j!} [2\pi (D_2)_1 \times \eta(j)]^{-\frac{1}{2}} \exp\left\{ -\frac{[K_W - (v_1)_1 \times \eta(j)]^2}{2(D_2)_1 \times \eta(j)} \right\}, \qquad (4)$$

где λ и K_0 – определённого рода постоянные; $(v_1)_1$ – первый момент распределения $H(X)$; $(D_2)_1$ – второй момент распределения $H(X)$.

В качестве примера использования в практических целях нового класса распределений при анализе информационного потока данных по отказам элементов газотурбинных двигателей на рис. 1 показаны эмпирические полигоны частот и функции плотности вероятностного распределения долговечности этих элементов при гипотезе о логарифмически нормальном законе распределения, который в настоящее время широко используется, и гипотезе альтернативной (о новом классе распределения).

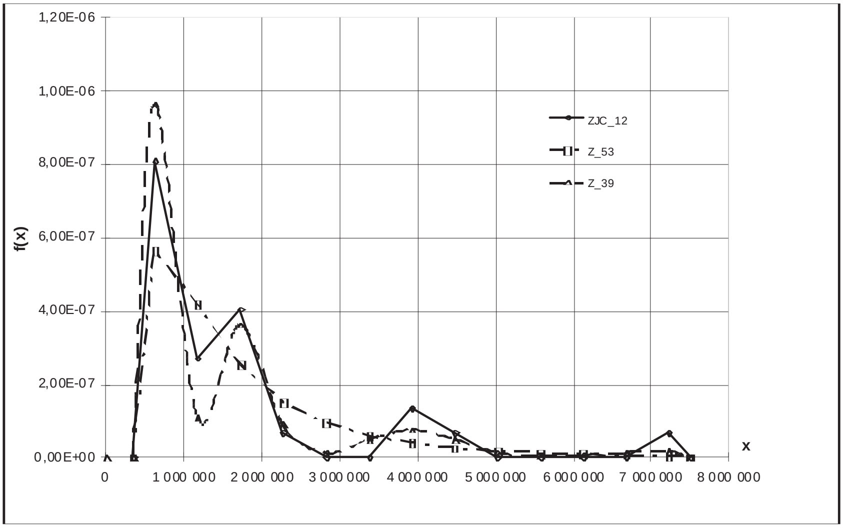

Рис. 1. **Полигон распределения долговечности элементов газотурбинных двигателей; по данным эмпирических исследований (ZJC_12), при гипотезе о логарифмически нормальном законе распределения (Z_53), при альтернативной гипотезе (Z_39),** *экспериментальные исследования были проведены в* [15]

При сопоставлении результатов этих исследований видно существенное качественное различие между функциями плотности распределения, соответствующих нулевой и альтернативной гипотезам, в пользу гипотезы альтернативной. Причём альтернативная гипотеза позволяет получить результат, который адекватен эмпирическим полигонам частот не только качественно, но и количественно, при использовании различных критериев согласия, в частности, критерия χ^2.

На рис. 2 показаны полигон и кривая плотности распределения курсов валют, полученные с использованием нового класса распределений. Эти исследования показывают результат, подобный результатам предыдущего примера.

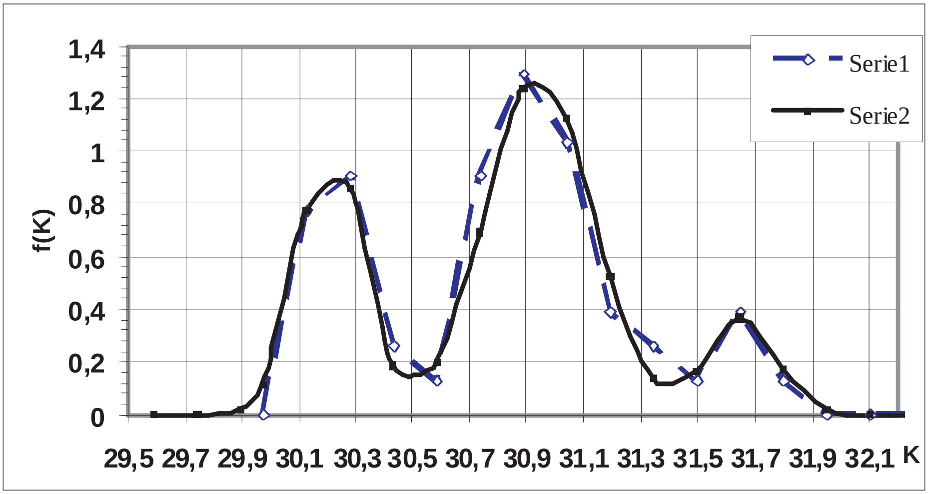

Рис. 2. **Полигон распределения оценки среднеинтервальной плотности вероятности курсов валюты рубль/доллар США и функция плотности распределения вероятности этой валюты за период с 03.01.2013 по 07.03.2013,** *выборка курсов валют подготовлена по данным* [1]

Из приведенных данных исследований следует, что новый класс распределений позволяет не только в значительной степени повысить аппроксимационную точность метода, но и получить весьма важные сведения, которые могут оказать существенную помощь при изучении механизма рассматриваемых явлений.

Подобные результаты применения нового класса распределений получаются также в случае анализа информационных потоков данных в таких областях, как физика элементарных частиц, астрофизика, материаловедение, прочность, физиология, медицина, информатика и т.д.

Выводы:

1. Новый класс распределений практически покрывает множество применяемых в настоящее время распределений и в то же время показывает более высокие аппромаксимационные и эвристические свойства при обработке эмпирических данных информационных потоков.

2. Теоретические и экспериментальные исследования, проведенные авторами настоящей работы, позволяют рекомендовать к использованию новый класс распределений в различных областях науки и техники.

3. При разработке алгоритма и компьютерной программы этого класса распределений было установлено, что для любого массива данных можно добиться такого состояния компьютерной программы, что достаточно лишь одного нажатия клавиши "Enter", чтобы получить аналитический и графический образ функции плотности распределения вероятности с сохранением эвристических и аппроксимационных свойств распределения.

1. База данных по курсам валют // www.cbr.ru.
2. *Бендат Д., Пирсол А.* Измерение и анализ случайных процессов. – М.: Мир, 1974. – 464 с.
3. *Булинский А.В., Ширяев А.Н.* Теория случайных процессов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 408 с.
4. *Вентцель Е.С., Овчаров Л.А.* Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – 2-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2000. – 480 с.
5. *Винер Н.* Нелинейные задачи в теории случайных процессов. – М.: ИНЛ, 1961. – 159 с.
6. *Гихман И.И., Скороход А.В.* Теория случайных процессов. – М.: Наука, 1971. – 665 с.
7. *Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Коваленко И.Н.* Математические вопросы теории надежности // Итоги науки.– Серия: Теор. вероятн. мат. стат. теор. кибернет. – М.: ВИНИТИ, 1966. – С. 7–53.
8. *Гренандер У.* Вероятности на алгебраических структурах. – М.: Мир, 1965. – 271 с.
9. *Гринберг Т.Э.* Коммуникационная концепция связей с общественностью: модели, технологии, синергетический эффект. – М.: Московский университет, 2012. – 324 с.
10. *Жерновый Ю.В.* Многолинейные системы с отказами и равновероятным распределением заявок // Информационные системы.– 2013.– Т. 13, №1. – С. 19–31.
11. *Князева Е.Н., Курдюмов С.П.* Основания синергетики: синергетическое мировидение. – М, 2010. – 256 с.
12. *Королюк В.С.* Граничные задачи для сложных пуассоновских процессов. – К.: Наукова думка, 1975. – 140 с.
13. *Лоскутов А.Ю., Михайлов Ф.С.* Основы теории сложных систем. – М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. – 620 с.
14. *Миллер Б.М., Панков А.Р.* Теория случайных процессов в примерах и задачах. – М.: Физматлит, 2002. – 314 с.
15. *Морозов Л.В.* Статистические характеристики долговечности элементов машин. – М., 1996. – 112 с.
16. *Петунин Ю.И.* Приложение теории случайных процессов в биологии и медицине. – К.: Наукова думка, 1981. – 320 с.
17. *Такач Л.* Комбинаторные методы в теории случайных процессов. – М.: Мир, 1971. – 264 с.
18. *Феллер В.* Введение в теорию вероятностей и её приложение. – М.: Мир, 1964. – Т. 1. – 511 с.
19. *Халмош П.* Лекции по эргодической теории. – М.: ИЛ, 1959. – 148 с.
20. *Чернавский Д.С.* Синергетика и информация. Динамическая теория информации. – М.: Наука, 2009. – 304 с.

Стаття надійшла до редакції 5.08.2013.