

## Аналитическое решение задачи интервальных статистик выбросов для модели мультипликативного каскада

О.А. Маркелов, М.И. Богачев, А.А. Соколова, А.Р. Каюмов

Предложена аналитическая форма функции плотности вероятности интервалов между выбросами для модели мультипликативного каскада. Решение основано на правилах комбинаторики и использует треугольник Паскаля. Возможные области применения включают различные задачи, связанные с прогнозированием биологических данных и реализацией алгоритма биологической обратной связи, использующих аппарат интервальных статистик.

**Ключевые слова:** мультипликативный каскад, интервальные статистики, выбросы.

We suggest an analytical form for the probability density function of return intervals between extremes in a multiplicative random cascade model. The solution is based on combinatorics and exploits the famous Pascal triangle. The solution may be useful in various tasks related to physiological data prediction and biofeedback algorithms which are based on return interval statistics.

**Keywords:** multiplicative cascade, return interval statistics, extreme events.

В последнее десятилетие для статистического описания процессов и структур в биологических системах достаточно широко применяются так называемые фрактальные модели, отражающие их масштабно-инвариантные свойства. Подобные свойства были выявлены, в частности, в структуре биомолекул – ДНК [1] и белков [2], сердечном ритме [3] и некоторых других физиологических ритмах. При этом в классе фрактальных моделей для описания биологических систем отмечается большая информативность так называемых мультифрактальных моделей, способных отражать не только линейную, но и нелинейную составляющие зависимости в описываемых данных [4].

Как было показано рядом исследователей, фрактальное описание биологических процессов может быть успешно использовано в некоторых диагностических задачах [5], в том числе решаемых в режиме реального времени [6, 7]. Иногда для решения таких задач, как прогнозирование выбросов физиологических ритмов, реализация алгоритмов биологической обратной связи, применяются решающие статистики, вычисляемые на основе распределения интервалов между выбросами [8], которые в настоящее время определяются на основе численного моделирования, имеющего статистические ограничения. С целью преодоления этих ограничений актуальной задачей является поиск аналитического решения для распределения интервалов между выбросами в мультифрактальных данных.



© Авторы, 2012

Олег Александрович  
Маркелов –  
аспирант,  
кафедра радиотехнических систем,  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
им. В.И. Ульянова (Ленина).  
E-mail: omarkelov@yandex.ru

Михаил Игоревич  
Богачев –  
к.т.н., докторант,  
кафедра радиотехнических систем,  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
им. В.И. Ульянова (Ленина).  
E-mail: rogeex@mail333.com

Анастасия Алексеевна  
Соколова –  
аспирант, ассистент,  
кафедра радиотехнических систем,  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
им. В.И. Ульянова (Ленина).  
E-mail: snastencia@mail.ru

Айрат Рашитович  
Каюмов –  
к.б.н., ст. преподаватель,  
кафедра водоснабжения  
и водоотведения,  
ФГОУ ВПО  
«Казанский государственный  
архитектурно-строительный  
университет».  
E-mail: kairatr@yandex.ru