

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Д.А. Зенюка «Моделирование фрактальной динамики и идентификация стохастических дифференциальных уравнений в задачах анализа нестационарных временных рядов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертация Д.А. Зенюка посвящена разработке метода построения уравнений эволюции выборочных характеристик случайных процессов в пространствах дробной размерности и созданию соответствующего вычислительного алгоритма. Работая над этой проблемой, он выяснил, что для многих нестационарных временных рядов функции распределения как интегралы типа Римана-Лиувилля не имеют монотонного поведения как функции верхнего предела. Таким образом, возникла задача нахождения достаточных условий, при которых эмпирические распределения могли бы быть представлены в указанном виде. Кроме того, следовало разработать методику оценки параметров эмпирического уравнения эволюции по значениям временного ряда, представляющим результаты наблюдений за случайным процессом. Предложенные Д.А. Зенюком методы решения этих задач оказались оригинальны и весьма плодотворны, а полученные результаты представляют большой практический интерес.

Остановлюсь на конкретизации основных результатов соискателя по главам.

В первой главе делается довольно подробный обзор математических результатов в области дробного дифференцирования и интегрирования, даются многочисленные примеры практических приложений таких уравнений. В то же время автор показал, что в области кинетической теории формальное использование уравнений с дробными производными может привести к нарушению вероятностной интерпретации получаемых результатов. Важным результатом является то, что удалось сформулировать простые достаточные условия на выборочную функцию распределения и на ее плотность, в виде монотонности плотности распределения, при которых дробные производные или интегралы сохраняют вероятностный смысл. В то же время наличие примеров, когда такой смысл отсутствует – например, когда плотность вероятности становится отрицательной или функция распределения оказывается немонотонной, показывает, что усиление полученного достаточного условия может являться весьма труднодостижимой целью. Во всяком случае, многие эмпирические распределения случайных величин не обладают указанным достаточным свойством, в результате чего требуется найти способ, позволяющий корректно анализировать эволюцию их выборочных распределений.

Во второй главе автор строит метод, позволяющий преодолеть указанные сложности. Этот метод основан не на уравнении эволюции плотности вероятности или гистограммы в дискретном ее представлении, а на уравнении эволюции

выборочных квантилей функции распределения, для решения которого необходимо было поставить нужные граничные условия. Квантильное уравнение эволюции применительно к выборочным функциям распределения представляет основной результат второй главы.

В третьей главе автор описывает метод идентификации параметров квантильного уравнения эволюции по имеющимся выборкам значений временного ряда. В частности, находятся параметры сноса, диффузии и величины дробного дифференцирования, для которых кинетическая модель порождает траектории, наиболее близкие к наблюдающимся на практике.

Далее представлены результаты численного моделирования на примерах различных случайных процессов и проведено сравнение с традиционно применяемыми в аналогичных ситуациях моделях типа авторегрессии и скользящего среднего. Показано, что в ряде случаев, когда показатель дробной производной существенно отличен от натурального числа, предложенный автором метод прогнозирования траектории случайного процесса более точный, чем дают модели, не использующие аппарат дробного дифференцирования.

В целом диссертация Д.А. Зенюка дает достаточно полное представление о методах дробного дифференцирования, которые могут быть использованы в прикладной математической статистике при моделировании эволюции выборочных распределений нестационарных временных рядов. Она содержит обоснованные теоретические результаты и примеры практического применения разработанных численных алгоритмов. В диссертации Д.А. Зенюка показана необходимость использования знакопеременных мер в описании случайных процессов, моделирующих фрактальную динамику. И установлена эффективность процедуры усреднения по таким мерам для описания динамики выборочных распределений с помощью операторов дробного дифференцирования.

Однако в части представления полученных результатов в диссертации имеется два недостатка.

Во-первых, в диссертации рассматриваются в основном только аспекты анализа рядов данных, связанные с финансово-экономическими задачами, и отсутствуют примеры применения к физическим системам с памятью или к задачам, в которых использование фрактальной динамики более очевидно – например, при течении жидкости в пористых средах и для прочих упоминаемых автором задач аномальной диффузии.

Во-вторых, визуализация вычислительных экспериментов по идентификации параметров квантильных кинетических уравнений в виде построения соответствующих гистограмм выполнена недостаточно четко, т.е. из рисунков не всегда легко понять, какие параметры ищутся и чему равны их наиболее вероятные оценки.

Указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация выполнена на высоком научном уровне и содержит решение важной и сложной задачи, связанной с изучением статистических свойств выборочных распределений нестационарных временных рядов. Результаты диссертации Д.А. Зенюка полно представлены в его публикациях и правильно отражены в автореферате.

Считаю, что работа «Моделирование фрактальной динамики и идентификация стохастических дифференциальных уравнений в задачах

анализа нестационарных временных рядов» удовлетворяет требованиям Положения ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а ее автор – Зенюк Дмитрий Алексеевич – достоин присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по этой специальности.

Отзыв составил официальный оппонент

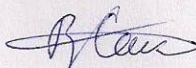
Сакбаев Всеволод Жанович,

доцент, доктор физико-математических наук по специальности 01.01.02, профессор кафедры высшей математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»

Почтовый адрес: 141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д.9

Телефон: +7(495)408-81-72

Эл. почта: fumi2003@mail.ru.



Сакбаев Всеволод Жанович

11 ноября 2016 г.

Подпись В.Ж. Сакбаева удостоверена

Ученый секретарь МФТИ




Ю.И. Скалько