

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Федорова Сергея Леонидовича «Моделирование нестационарных временных рядов и построение оператора эволюции их выборочных распределений непараметрическими методами», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 -математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

В диссертации С.Л. Федорова излагается метод построения уравнений эволюции выборочных функций распределения нестационарных временных рядов, на основе которого автор приступает к решению задачи размножения выборок из таких рядов и анализу на них некоторых управляющих функционалов. Также в работе описаны разработанные автором численные алгоритмы и представлена структура соответствующего программного комплекса. В работе исследуются временные ряды, выборочные распределения которых удовлетворяют так называемому уравнению диффузии с нестационарным сносом. Эмпирически определяемые коэффициенты сноса и диффузии в этом уравнении, зависящие от времени, находятся с помощью определенного алгоритма по выборке наблюдаемой реализации случайного процесса. Затем это кинетическое уравнение решается численно на определенном временном промежутке, так что в каждый момент времени становится известной та нестационарная функция распределения, одной из реализаций которой является временной ряд моделируемого случайного процесса. Это позволяет автору генерировать набор траекторий, выборочные распределения которых близки в определенной норме к распределению наблюдаемой траектории. Ансамбль траекторий предоставляет возможность проводить детальные статистические исследования с нужной точностью в рамках задачи стохастического управления. Разработанный автором подход к моделированию временных рядов и последующей статистической работе с ними является новым и востребованным во многих практических областях деятельности – при анализе сейсмограмм, энцефалограмм, температурных рядов, цепочек символов в задачах передачи информации, биржевых рядов, при моделировании сложных нелинейных функционалов типа отношения сигнал-шум для хаотического движения приемопередающих устройств.

Основные результаты соискателя по главам состоят в следующем.

В первой главе строится прогнозная модель временного ряда на основе кинетического уравнения эволюции его выборочных распределений, представляющего собой модель нестационарной диффузии с нестационарным же сносом, и обосновывается метод генерации набора траекторий случайного процесса, одной из реализаций которого является изучаемый временной ряд. Описываемая конструкция размножения нестационарных выборок впервые строится для нестационарных случайных процессов, и построение соответствующего программного продукта является весьма актуальной задачей.

Во второй главе проводится теоретический анализ разработанной модели нестационарного размножения выборок. Автор вводит индикаторы нестационарности временного ряда, к которым он относит так называемый согласованный уровень стационарности и индекс нестационарности. Эти индикаторы определены им в норме непрерывных функций, а также в норме суммируемых функций. Они зависят от длины выборки и показывают, на каких длинах статистические свойства выборочных распределений более или менее стационарны, а также и те длины, на которых наиболее эффективны методы распознавания разладки. Основным результатом этой главы является теоретическое обоснование корректности использования кинетического уравнения с эмпирически определяемыми коэффициентами диффузии и сноса в качестве модели эволюции выборочной функции распределения. Также автором сформулированы условия, проверка которых доказывает корректность моделирования ансамбля нестационарных траекторий, которые близки в смысле распределений к наблюдаемой реализации.

В третьей главе приведены вычислительные алгоритмы, применяемые для нахождения индикаторов нестационарности, для решения кинетического уравнения, а также для генерации ансамбля траекторий и тестирования заданных на этих траекториях функционалов. Описана структура программного комплекса, реализующего разработанные алгоритмы. Даны описания основных функций, доступных пользователю, которые применяются для довольно большого набора практически важных задач прикладной математической статистики.

В четвертой главе приведены результаты вычислительных экспериментов, полученных с применением разработанного автором программного комплекса. Эти результаты относятся в основном к моделированию ценовых рядов на финансовых рынках и к построению выборочных распределений значений управляющих функционалов, заданных на этих траекториях, а также к определению оптимальных параметров таких функционалов. Этими функционалами автор называет торговые системы. Также автором были приведены примеры применения алгоритма к задаче определения однородности текста и языка написания применительно к математической лингвистике, и к определению уровня значимости оценки региональной сейсмической активности. В последнем примере оказалось, что стационарные представления о распределении магнитуды землетрясений весьма далеки от действительности, и что точность, с которой известны эти распределения, хуже предполагаемой примерно в 5 раз.

Диссертация С.Л. Федорова дает достаточно полное представление о разработанном автором кинетическом методе моделирования нестационарных временных рядов. Примеры показывают, что этот метод может быть весьма плодотворно использован в актуальных задачах прикладной математической статистики. Диссертация содержит обоснованные теоретические результаты и примеры практического применения разработанных численных алгоритмов. Каждый алгоритм описан в диссертации достаточно подробно, вместе со своей дискретной схемой.

Однако, диссертация не свободна от некоторых недостатков.

Во-первых, недостаточно подробно излагается сам метод построения эмпирических кинетических уравнений. Из контекста диссертации видно, что в основе метода лежат совместные распределения случайных величин и их

приращений различных порядков, но не сформулированы условия обрыва таких зацепляющихся зависимостей для выборок конечной длины.

Во-вторых, поскольку программный комплекс является практически важным достижением автора, то желательно более детальное его описание применительно к возможным решаемым задачам и действиям потенциального пользователя.


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 С.Л. Федорова полно представлены в его публикациях и правильно отражены в автореферате.

Считаю, что диссертационная работа «Моделирование нестационарных временных рядов и построение оператора эволюции их выборочных распределений непараметрическими методами» 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 – Федоров Сергей Леонидович – достоин присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по этой специальности.

Отзыв составил официальный оппонент

Сопин Эдуард Сергеевич,
к. ф.-м.н., доцент кафедры прикладной информатики
и теории вероятностей федерального
государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Российский университет
дружбы народов»,
117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6.
www.rudn.ru
Тел. +7 (495) 434-53-00.

05 мая 2017 г.



Подпись Сопина Э.С. заверяю

Ученый секретарь Ученого совета РУДН,
д.ф.-м.н., профессор



В.М. Савчин