

Результаты публичной защиты

Дата защиты: 08 декабря 2016 г.

Соискатель: **Зенюк Дмитрий Алексеевич**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Моделирование фрактальной динамики и идентификация стохастических дифференциальных уравнений в задачах анализа нестационарных временных рядов».

Специальность 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

На заседании председательствует – заместитель председатель диссертационного совета, член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., профессор В.Ф. ТИШКИН.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ – к.ф.-м.н., М.А. КОРНИЛИНА.

На заседании присутствовали 18 членов совета из 25 членов диссертационного совета, из них 6 докторов по профилю рассматриваемой диссертации:

1. ТИШКИН В.Ф.	д.ф.-м.н.	01.01.07
2. КАЛИТКИН Н.Н.	д.ф.-м.н.	01.02.05
3. КОРНИЛИНА М.А.	к.ф.-м.н.	05.13.18
4. АНДРЕЕВ В.Б.	д.ф.-м.н.	01.01.07
5. ГАСИЛОВ В.А.	д.ф.-м.н.	01.02.05
6. ДОЛГОЛЕВА Г.В.	д.ф.-м.н.	01.01.07
7. ЗМИТРЕНКО Н.В.	д.ф.-м.н.	01.02.05
8. КАРАМЗИН Ю.Н.	д.ф.-м.н.	01.01.07
9. КОВАЛЕВ В.Ф.	д.ф.-м.н.	05.13.18
10. КОЗЛОВ А.Н.	д.ф.-м.н.	01.02.05
11. КОЛЕСНИЧЕНКО А.В.	д.ф.-м.н.	05.13.18
12. КУЛЕШОВ А.А.	д.ф.-м.н.	05.13.18
13. ЛУЦКИЙ А.Е.	д.ф.-м.н.	01.02.05
14. МАЖУКИН В.И.	д.ф.-м.н.	05.13.18
15. ПЕТРОВ И.Б.	д.ф.-м.н.	01.02.05
16. ПОЛЯКОВ С.В.	д.ф.-м.н.	01.01.07
17. ШПАТАКОВСКАЯ Г.В.	д.ф.-м.н.	05.13.18
18. ЯКОВОВСКИЙ М.В.	д.ф.-м.н.	05.13.18

По результатам публичной защиты диссертационный совет принял следующее заключение:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.024.03
на базе федерального государственного учреждения «Федеральный
исследовательский центр Институт прикладной математики им.

М. В. Келдыша Российской академии наук»

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 08 декабря 2016 г., № 17

О присуждении **Зенюку Дмитрию Алексеевичу**, гражданину РФ,
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Моделирование фрактальной динамики и идентификация стохастических дифференциальных уравнений в задачах анализа нестационарных временных рядов»** по специальности **05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ** — принята к защите 26 мая 2016 года, протокол № 10, диссертационным советом Д 002.024.03 на базе федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша Российской академии наук», 125047, Москва, Миусская пл., д.4, приказ Минобрнауки №105/нк от 11 апреля 2012 года.

Соискатель **Зенюк Дмитрий Алексеевич**, 1989 года рождения, в 2011 г. окончил Московский государственный технологический университет СТАНКИН, факультет информационных технологий, кафедру прикладной математики; присуждена квалификация магистра техники и технологии по направлению «Информатика и вычислительная техника».

В 2011-2012 гг. обучался в очной аспирантуре МГТУ СТАНКИН; в 2012 г. был переведен в очную аспирантуру ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, где обучался с 2012 г. по 2014 г. по специальности 05.13.18 — математическое

моделирование, численные методы и комплексы программ. Диссертация выполнена в федеральном государственном учреждении «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша Российской академии наук». В настоящее время соискатель нигде не работает.

Научный руководитель — доктор физико-математических наук, доцент **Орлов Юрий Николаевич**, заведующий отделом № 6 «вычислительной физики и кинетических уравнений» ИПМ им. М. В. Келдыша РАН.

Официальные оппоненты:

1. **Сакбаев Всеволод Жанович**, доктор физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Московского физико-технического института;
 2. **Зарипова Эльвира Ринатовна**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных систем и теории вероятностей Российского университета дружбы народов
- дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, в своем **положительном** заключении, подписанном доктором физико-математических наук главным научным сотрудником лаборатории теории прогноза землетрясений **Родкиным Михаилом Владимировичем** и доктором физико-математических наук заместителем директора **Горшковым Александром Ивановичем**, указала следующее: «Данная диссертационная работа посвящена объединению подходов, использующих дробные пространственно-временные производные, и кинетических уравнений относительно наблюдаемых выборочных распределений. Практическая цель исследования состоит в определении параметров кинетического уравнения — сноса, диффузии и порядка дробной производной по ... временному ряду».

«Результаты, представленные в диссертации являются новыми. В ней впервые исследован вопрос о представлении функций распределения случайных величин односторонними дробными интегралами Римана—Лиувилля и получены соответствующие достаточные условия. Разработан новый подход к моделированию случайного блуждания на фрактальных множествах и построена соответствующая численная схема».

«Развитые в диссертации методы позволяют моделировать случайные процессы в сложных системах с так называемыми дальними корреляциями, в частности, возникающие при моделировании процессов самоорганизации. Результаты могут быть также применены для создания численных методов исследования диффузии на графах. Они могут быть использованы в научной работе в МГУ, МИ РАН, МФТИ, ВШЭ и других научных организациях».

В отзыве указаны следующие замечания по работе:

- 1) В диссертации рассматриваются в основном только аспекты анализа рядов данных, связанных 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;
- 2) Результаты вычислительных экспериментов по идентификации параметров квантильных кинетических уравнений в виде построения соответствующих гистограмм представлены на диаграммах, из которых не всегда бывает понятно, какие параметры ищутся и чему равны их наиболее вероятные оценки;
- 3) Можно было бы дать больше примеров сравнения с другими методами прогнозирования временных рядов;
- 4) Для иллюстрации эффективности новых предложенных методов возможно стоило продемонстрировать их работу на специально подобранных модельных примерах, позволяющих продемонстрировать их возможности.

Дана следующая **общая оценка работы**: «Данная диссертация

представляет собой целостное научное исследование на актуальную тему, в котором получен ряд новых результатов по теории дифференциальных операторов с дробными производными и по кинетическим уравнениям относительно выборочных функций распределения. Результаты, полученные в диссертации ... являются результатами высокого научного уровня и имеют, на наш взгляд, несомненную научную ценность».

Результаты диссертации опубликованы в 8 работах, из них 3 статьи в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК, остальные — в рецензируемых изданиях и сборниках трудов научных конференций. Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:

1. Зенюк Д. А. Моделирование случайных блужданий на регулярных фрактальных множествах // Математическое моделирование. 2014. Т. 26, № 11. с. 101-104.
2. Зенюк Д. А., Орлов Ю. Н. О применении дробного исчисления Римана—Лиувилля для описания распределения вероятностей // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. 2014. №18. 21 с.
3. Зенюк Д. А., Клочкова Л. В., Орлов Ю. Н. Моделирование нестационарных случайных процессов кинетическими уравнениями с дробными производными // Журнал СВМО. 2016. Т. 18, № 2.

Отзывов на автореферат диссертации и других дополнительных отзывов не поступало.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации объясняется их широко известной компетенцией в исследованиях абстрактных диффузионных процессов на различных многообразиях, обратных задач для сложных стохастических моделей, и методов прогнозирования эволюции существенно нелинейных и нестационарных систем, что подтверждается их публикациями, в частности:

1. Ефремова Л. С., Сакбаев В. Ж. Понятие взрыва множества решений дифференциальных уравнений и усреднение случайных полугрупп // Теоретическая и математическая физика. 2015. Т. 185, № 2. с. 252-271.

2. Samouylov K., Gaidamaka Yu., Zaripova E. Analysis of business process execution time with queueing theory models // Information Technologies and Mathematical Modelling: Queueing Theory and Applications / Ed. by A. Dudin et al. Switzerland: Springer. 2016. pp. 315-326.
3. Родкин. М. В., Писаренко В. Ф., Нго Т. Л., Рукавишникова Т. А. О возможных реализациях закона распределения редких сильнейших землетрясений // Geodynamics & Tectonophysics. 2014. Т. 5, № 4. с. 893-904.

Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований:

показано, что функции распределения случайных величин могут быть представлены односторонними дробными интегралами Римана—Лиувилля; **описаны** некоторые новые свойства возникающих при этом обобщенных плотностей; **получены** достаточные условия монотонности функций распределения в рамках этого подхода;

разработана модель нестационарного временного ряда, описывающая эволюцию квантилей его выборочной функции распределения, удовлетворяющей уравнению типа адвекции — диффузии с дробными производными;

разработаны алгоритм и программа построения случайного блуждания на детерминированных фрактальных множествах;

осуществлена программная реализация процедуры оценки параметров эволюционной модели и на ее основе **выполнены** вычислительные эксперименты с искусственными и реальными данными, показавшие, что для многих реальных временных рядов обычная диффузионная схема является менее точной по сравнению с предложенной моделью, и выявившие наличие связи между качественным поведением параметров и структурными особенностями временных рядов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что полученные в нем новые результаты относительно представления

распределений дробными интегралами и описания эволюции случайных процессов в терминах квантилей вносят вклад в теоретический аппарат прикладной статистики и анализа данных.

Значение полученных соискателем результатов исследования **для практики** обусловлено перспективой применения разработанных методов к анализу и прогнозированию временных рядов различной природы, в том числе и при анализе экспериментальных данных. Результаты диссертационного исследования вошли в материалы курса «Введение в анализ нестационарных временных рядов», для студентов 5 курса факультета инноваций и высоких технологий МФТИ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее: **полученные теоретические результаты** основываются на строгих математических доказательствах и апробированных в научной практике методах численного анализа;

идея моделирования временных рядов с помощью кинетических уравнений базируется на обобщении передовых результатов отечественных и зарубежных исследований;

получено качественное соответствие результатов расчета с точными зависимостями в модельных задачах;

использовано сравнение методов, предложенных автором, с опубликованными ранее экспериментальными и теоретическими работами.

Все полученные результаты опубликованы в рецензируемых научных журналах и прошли апробацию в публичных докладах и выступлениях на авторитетных научных конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в равноправном участии в постановке задачи и анализе результатов, и полностью — в разработке эволюционной модели временного ряда с квантильными уравнениями; выводе достаточных условий представления распределений дробными интегралами; разработке численного алгоритма оценки параметров эволюционного уравнения; проведении вычислительных экспериментов и

обработке полученных результатов. Все результаты, выносимые на защиту, получены автором лично.

Диссертация является целостным законченным научным исследованием, содержащим решение актуальной задачи, связанной с анализом статистических свойств эмпирических распределений нестационарных временных рядов; разработанные в ней техники могут существенно дополнить арсенал методов анализа данных.

На заседании 8 декабря 2016 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Зенюка Д. А. представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, которые установлены Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Зенюку Дмитрию Алексеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них - 6 докторов по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней - нет.

Зам. председателя диссертационного совета

Д 002.024.03, член-корр. РАН

В. Ф. Тишкин

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 002.024.03, к. ф.-м. н.

М. А. Корнилина

08 декабря 2016 года.