

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 «25» мая 2017 г., № 9

О присуждении **Федорову Сергею Леонидовичу**, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование нестационарных временных рядов и построение оператора эволюции их выборочных распределений непараметрическими методами», в виде рукописи, по специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите «23» марта 2017 г., протокол № 6, диссертационным советом Д002.024.03 на базе ФГУ "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук", 125047, Москва, Миусская пл., д.4, приказ №105/нк от 11 апреля 2012 года.

Соискатель **Федоров Сергей Леонидович**, 1987 года рождения, в 2010 закончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»

Диссертация выполнена в отделе №6 «Вычислительная физика и кинетические уравнения» Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН.

В настоящее время соискатель нигде не работает.

Научный руководитель – Орлов Юрий Николаевич,

доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом № 6 вычислительной физики и кинетических уравнений ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

Официальные оппоненты:

1. **Сакбаев Всеволод Жанович,**

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

2. **Сопин Эдуард Сергеевич,** кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук.

В своем положительном заключении ведущая организация указала, что диссертация Федорова С. Л. посвящена развитию методов анализа и численного моделирования нестационарных временных рядов и функционалов, заданных на траекториях ансамбля реализаций нестационарного случайного процесса, функция распределения которого удовлетворяет кинетическому уравнению типа Фоккера-Планка. В развиваемом соискателем подходе кинетическое уравнение описывает эволюцию выборочной функции распределения. Основная идея состоит в изучении статистики распределения расстояний между выборочными функциями распределения в различных нормах и конструировании на этой основе оператора эволюции. Практическая ценность полученных результатов состоит в том, что развитые в диссертации методы позволяют моделировать

нестационарные случайные процессы в сложных системах с так называемыми дальними корреляциями и при моделировании процессов самоорганизации. Результаты могут быть также применены для анализа больших данных. Разработанная математическая модель и программный продукт могут быть использованы в научной работе в МГУ, МИ РАН, МФТИ, ВШЭ и других научных организациях, а также в практической работе специалистами в области финансовой аналитики, математической лингвистики, медицины, математической геофизики, демографии.

По работе имеются следующие замечания:

1. Результаты вычислительных экспериментов, иллюстрирующих применение разработанных автором индикаторов нестационарности, недостаточно полно сравниваются с результатами применения традиционных методов исследования временных рядов.
2. В плане применения развитого подхода к задачам сейсмологии нельзя не отметить ряд недостатков. Некорректно используется терминология в области сейсмологии. Нечетко сформулированы исходные посылки. Не вполне ясны некоторые утверждения, например, что означает «вероятности магнитуд определены не хуже 0.025». Данные анализа, вопреки мнению автора, вряд ли важны в плане практического использования (уточнения СНИПов, например). Тем не менее, полученные результаты, дающие оценки интервалов времени максимальной стационарности выборок по магнитуде и по интервалам времени между событиями представляют определенный интерес. Такого рода оценки для традиционной сейсмологии не характерны, и уже этим они представляют интерес.

По материалам диссертации опубликовано 10 работ. Среди них:

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Орлов Ю.Н., Федоров С.Л. Генерация нестационарных траекторий временного ряда на основе уравнения Фоккера-Планка // Труды МФТИ, 2016. Т. 8. № 2. С. 126-133.

2. Клочкова Л.В., Орлов Ю.Н., Федоров С.Л. Моделирование ансамбля нестационарных траекторий с помощью уравнения Фоккера-Планка // Журнал Средневолжского математического общества, 2016. – Т.18. № 1.
3. Кирина-Лилинская Е.П., Орлов Ю.Н., Федоров С.Л. Метод базисных паттернов в анализе нестационарных временных рядов // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2016. № 7. 20 с.
4. Арутюнов А.А., Борисов Л.А., Зенюк Д.А., Ивченко А.Ю., Кирина-Лилинская Е.П., Орлов Ю.Н., Осминин К.П., Федоров С.Л., Шилин С.А. Статистические закономерности европейских языков и анализ рукописи Войнича // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2016. № 52. 36 с.
5. Орлов Ю.Н., Федоров С.Л. Моделирование распределений функционалов на ансамбле траекторий нестационарного случайного процесса // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2016. № 101. 14 с.

Прочие публикации:

6. Орлов Ю.Н., Федоров С.Л. Моделирование и статистический анализ функционалов, заданных на выборках из нестационарного временного ряда // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2014. № 43. 26 с.
7. Орлов Ю.Н., Федоров С.Л., Давидько В.А. К вопросу классификации нестационарных временных рядов: состав индекса РТС // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2014. № 54. 18с.
8. Босов А.Д., Орлов Ю.Н., Федоров С.Л. О распределении рядов абсолютных приростов цен на финансовых рынках // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2014. № 96. 15 с.

Материалы научных конференций:

9. Федоров С.Л. Анализ функционалов, заданных на выборках из нестационарного временного ряда. // Труды II Международной научно-практической конференции Теоретические и прикладные аспекты современной науки, Белгород, август 2014. С. 9-16.
10. Yu. Orlov, S. Fedorov, A. Samouylov, Yu. Gaidamaka, D. Molchanov. Simulation of Devices Mobility to Estimate Wireless Channel Quality Metrics in

5G Network // Proc. 14-th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM), September 19-25, 2016, Rhodes, Greece.

В отзыве оппонента доктора физико-математических наук, доцента, профессора кафедры высшей математики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» Сакбаева В.С. сказано, что «...диссертация С.Л. Федорова дает достаточно полное представление о кинетическом методе моделирования нестационарных временных рядов, который может быть использован в актуальных задачах прикладной математической статистики. Она содержит обоснованные теоретические результаты и примеры практического применения разработанных численных алгоритмов. Однако в части представления полученных результатов в ней имеют два недостатка.

Во-первых, недостаточно подробно проведено численное сравнение с традиционными методами статистического анализа – такими, как линейная регрессия или авторегрессия... Автор проводит обзор имеющихся методов и указывает на определенные недостатки стационарных подходов, но было бы интересно увидеть эти различия и в статистическом эксперименте.

Во-вторых, что касается программного комплекса, то его описание желательно было бы выполнить более подробно...было бы желательно наряду с подробными блок-схемами комплекса и отдельных алгоритмов предоставить также и описание вычислительных функций и их комбинаций.»

В отзыве второго оппонента к.ф.-м.н., доцента кафедры прикладной информатики и теории вероятностей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» Сопина Э.С. сказано, что «...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... . В работе исследуются временные ряды, выборочные распределения которых удовлетворяют так называемому уравнению диффузии с нестационарным сносом... Ансамбль траекторий предоставляет возможность проводить детальные статистические исследования с нужной точностью в рамках задачи стохастического управления... 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. »

Отзывов на автореферат диссертации и других дополнительных отзывов не поступало.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации объясняется их широко известной компетенцией в области математического моделирования случайных процессов, высоким квалификационным уровнем, знакомством с защищаемой проблематикой, что подтверждается их публикациями.

В.Ж. Сакбаев является крупным специалистом в области теории случайных процессов и описывающих их кинетических уравнений:

Сакбаев В.Ж. О законе больших чисел для композиций независимых случайных операторов и случайных полугрупп.//Труды МФТИ, 2016. Т.8, № 1.

Сопин Э.С. является специалистом в области стохастического моделирования:

Гайдамака Ю.В., Андреев С.Д., Сопин Э.С., Самуйлов К.Е., Шоргин С.Я. Анализ характеристик интерференции в модели взаимодействия устройств с

учетом среды распространения сигнала. // Информатика и ее применения, 2016. Т. 10, № 4.

М.В. Родкин, составивший отзыв ведущей организации, является ведущим специалистом по анализу временных рядов применительно к математической геофизике:

Родкин М.В., Писаренко В.Ф., Рукавишникова Т.А. Оценка вероятности сильнейших сейсмических катастроф на основе теории экстремальных значений // Физика Земли, 2014. №3.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований

разработаны:

- метод статистического анализа нестационарных временных рядов, который основан на построении выборочных функций распределения по выборкам произвольной длины в произвольный момент времени;

- индикатор уровня нестационарности временного ряда в зависимости от длины выборки, позволяющий определить горизонт прогнозирования эволюции выборочной функции распределения временного ряда;

- математическая модель нестационарного временного ряда, основанная на пошаговом объединении метода Монте-Карло с решением кинетического уравнения;

- программный комплекс для генерации ансамбля нестационарных временных рядов и проведения статистического анализа функционалов от его выборочных распределений в соответствии с тем, как эволюционируют выборочные распределения.

доказаны:

- теорема о положительной определенности диффузионной матрицы, получаемой из анализа выборочных данных временного ряда;

- утверждение о существовании решения трансцендентного уравнения относительно новой статистики, называемой согласованным уровнем стационарности.

Достоверность результатов подтверждается использованием строгих математических доказательств и рассуждений, апробированных в научной практике методов численного анализа, а также сравнением с большим массивом экспериментальных данных, использованных на стадии тестирования работы программного комплекса.

Теоретическая значимость обоснована тем, что впервые введен и протабулирован индикатор, названный в работе согласованным уровнем значимости, сравнение с которым позволяет определить уровень нестационарности выборочных распределений временного ряда. Также впервые разработан и реализован в виде программного комплекса с пользовательским интерфейсом нестационарный аналог метода Монте-Карло применительно к анализу и прогнозированию временных рядов и к исследованию статистических свойств функционалов, заданных на траекториях нестационарного случайного процесса.

Практическая значимость полученных результатов состоит в том, что развитые в диссертации методы позволяют моделировать нестационарные случайные процессы в сложных системах с так называемыми дальними корреляциями и при моделировании процессов самоорганизации. Результаты могут быть также применены для анализа больших данных. Разработанная математическая модель и программный продукт могут быть использованы в научной работе в МГУ, МИ РАН, МФТИ, ВШЭ и других научных организациях, а также в практической работе специалистами в области финансовой аналитики, математической лингвистики, медицины, математической геофизики, демографии

Личный вклад состоит в создании математических моделей временных рядов, разработке функционалов-индикаторов для описания нестационарности, разработке численных алгоритмов и создании программного комплекса, решающего вышеописанные задачи анализа временных рядов, а также выполнении вычислительных экспериментов.

Рассматриваемая диссертация является целостным законченным научным исследованием, содержащим решение актуальной задачи математического моделирования временных рядов и внесшее вклад в теорию и практику моделирования нестационарных случайных процессов.

На своём заседании 25 мая 2017 года Диссертационный совет принял решение присудить Федорову Сергею Леонидовичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя диссертационного совета

Д 002.024.03, член-корреспондент РАН

Н.Н. Калиткин

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 002.024.03, к.ф.-м.н.

М.А. Корнилина

25 мая 2017 года