

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ИНСТИТУТ ГИДРОДИНАМИКИ
им. М.А. Лаврентьева
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИГиЛ СО РАН)

Академика Лаврентьева проспект, 15, Новосибирск, 630090
Тел./факс: (383) 333-16-12. E-mail: igil@hydro.nsc.ru
ОКПО 03533978; ОГРН 1025403648600;
ИНН/КПП 5408100064/540801001

03 MAR 2020

№ 15320-16-25-223

На № _____



УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

к. ф.-м. н. Прудов Эдуард Рейнович

2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию
Аркашова Николая Сергеевича

«Анализ структурных данных аномальных процессов переноса»,
представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики»

Актуальность избранной темы

В диссертационной работе разрабатываются и изучаются модели анализа данных аномальных процессов переноса. Многообразие существующих моделей аномального переноса объясняется отсутствием единого формата процессов фрактальной кинетики. Проблема построения моделей аномальной диффузии и проверки их адекватности на соответствие реальным данным в разных постановках изучается в ряде классических и современных работ. В диссертации предложено и развито несколько актуальных направлений изучения моделей анализа аномальной диффузии. Одно из направлений — это структурный анализ физических процессов переноса на фрактальных структурах с целью построения динамической модели формирования аномальных режимов. Другое направление связано с исследованием временного ряда, полученного в результате наблюдения за аномальным процессом переноса. Все эти направления являются актуальными для современной науки.

Связь работы с планами соответствующих отраслей науки и народного хозяйства

Разработанные в работе модели анализа и соответствующие им статистические критерии и алгоритмы их реализации служат решению задач анализа больших массивов данных, соответствующих аномальным процессам переноса, а также поиску скрытых закономерностей в этих данных. Прделанная работа отвечает на ряд вопросов по структурному анализу физических процессов переноса на фрактальных структурах и позволяет реализовывать методы имитационного моделирования упомянутых процессов. В частности, проведенные исследования, связанные с моделированием плотности

низкочастотной турбулентной плазмы, могут быть применены для разработки соответствующих алгоритмов и пакетов программ анализа данных.

Новизна исследования и полученных результатов

В диссертации получены следующие новые результаты:

- Построены геометрические структуры фазового пространства аномальных процессов переноса на фрактальных множествах;
- Построена модель случайного блуждания на множествах с самоподобной структурой в рамках известной проблемы поиска универсального формата фрактальной кинетики;
- Получена новая динамическая модель деформации классического процесса в аномальный процесс диффузии;
- На основе феноменологии потока памяти при условии конечности дисперсии построена новая модель аномальной диффузии, реализующая конкуренцию пространственно-временных нелокальностей;
- Построена новая модель и соответствующая методология анализа плотности плазмы термоядерной установки.

Новизна представленного исследования связана с использованием метода случайных блужданий для анализа аномальных процессов переноса, что позволяет дать теоретическое обоснование и верификацию представленных моделей на основании минимальных предположений о структуре изучаемых данных.

Значимость для науки и практики полученных результатов

Разработанные методы анализа аномальных процессов переноса важны для развития соответствующей отрасли научного знания. В теоретическом плане важными являются ответы на открытые проблемы по структурному анализу и формализации аномальных процессов переноса, а также построению динамической модели формирования аномальных режимов переноса, при этом выделяются следующие результаты:

- Получен метод параметризации самоподобных геометрических структур, моделирующих сингулярные зоны аномальных процессов переноса;
- Получено функциональное представление деформации процесса классической диффузии в аномальную диффузию;
- Построена динамическая модель формирования аномальной диффузии. В частности, построены геометрические структуры и меры на них, моделирующие формирование обмена энергией между диффундирующими частицами и внешней средой.

- Получено уравнение динамики деформации процесса классической диффузии в процесс аномальной диффузии.

- Построена модель случайного блуждания, в которой соотношение параметров пространственно-временных нелокальностей определяется структурой потока памяти и стохастической моделью сил.

Значимость построенных моделей, методов для практики определяется их конструктивным характером, что дает возможность строить соответствующие имитационные алгоритмы моделирования данных. В диссертации построена методология анализа временных рядов плотности плазмы термоядерной установки, верифицированная результатами работы [7] списка литературы диссертации.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений

Все теоремы, приведенные в диссертационной работе, обоснованы строгими, полными и хорошо изложенными доказательствами. Алгоритмы разработаны на основании доказанных теорем. Достоверность результатов подтверждается также в ряде частных случаев согласованностью с результатами других авторов.

Оценка содержания диссертационной работы, ее завершенность в целом, замечания по оформлению и содержанию

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и списка использованной литературы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи, перечислены методы исследования, указаны область, объект и предмет исследования, сформулирована научная новизна, выделены основные результаты, которые выносятся на защиту, отмечаются практическая и теоретическая ценность полученных результатов, приводится информация об апробации данной работы.

В первой главе изложены основы структурного анализа, на которые опираются представленные в диссертации результаты.

Во второй главе на основе анализа физических процессов переноса на фрактальных структурах получена модель случайного блуждания на множествах с самоподобной структурой.

В третьей главе построена модель деформации процесса классической диффузии в процесс аномальной диффузии. Основным результатом третьей главы являются теоремы, устанавливающие оценки на дисперсию соответствующих процессов блуждания.

В четвертой главе автором получена динамическая модель деформации классической диффузии в аномальную. Инструментом измерения упомянутой деформации являются стационарные процессы, сосредоточенные на тех же континуумах, на которых рассматриваются соответствующие процессы блуждания.

В пятой главе построена модель случайного блуждания, основанная на феноменологии потока памяти. На основе этой модели получены методы и соответствующие алгоритмы, позволяющие вычислять параметры, отвечающие за нелокальность воздействия среды и память об этом воздействии.

В шестой главе на основе результатов пятой главы представлена модель и получена методология анализа плотностей плазмы термоядерной установки. Проверена адекватность этой модели по ее соответствию экспериментальным данным.

В заключении автор приводит основные результаты работы, отмечает научную новизну, теоретическую и практическую значимость.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и является завершенным научным исследованием.

Замечания:

1. В пятой главе проведен недостаточный анализ литературы, касающейся обобщения дифференциальных моделей диффузии, что не позволяет качественно сравнить результаты докторской диссертации с упомянутыми моделями диффузии.
2. В диссертации приведены две модели аномальной диффузии, при этом аномальность режимов переноса первой определяется наличием сингулярных зон. Аномальность режимов переноса второй модели определяется соотношением пространственно-временных нелокальностей. В диссертации следовало бы исследовать вопрос о том, как соотносятся эти модели, в частности, прояснить вопрос о структуре сингулярных зон второй модели.
3. Содержание третьей главы диссертации является прямым следствием результатов второй главы, поэтому естественным было бы объединить эти главы в одну, вместо этого автор вынужден повторить в главе 3 достаточно обширную часть условий из главы 2.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат правильно отражает содержание диссертационной работы.

Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научной печати

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 16 научных работах в журналах, рекомендованных ВАК для публикаций материалов докторской диссертации, из которых 11 входят в международные базы цитирования WoS, SCOPUS.

Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Таким образом, диссертационная работа Аркашова Николая Сергеевича является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, методы и алгоритмы для решения проблемы построения моделей анализа аномальных процессов переноса. Решение этой проблемы можно квалифицировать как научное достижение, что соответствует требованиям п. 7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 30.01.2002 г. № 74 (с изменениями, внесенными Постановлением Правительства РФ от 20.06.2011 г. № 475), предъявляемым к диссертациям на соискание

ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертационная работа обсуждалась на семинаре «Прикладной и вычислительной гидродинамики» под руководством чл.-корр. РАН Пухначева В.В. и проф. РАН Ерманюка Е.В. , протокол заседания № 27 от 18.12.2019, на семинаре «Математические модели механики сплошных сред» под руководством чл.-корр. РАН Плотникова П.И. и д.ф.-м.н. Старовойтова В.Н., протокол № 11 от 26.11.2019. Отзыв заслушан, рассмотрен и обсужден на семинаре Лаборатории фильтрации, протокол №1 от 28.02.2020.

Заведующий лабораторией фильтрации
Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева
Сибирского отделения
Российской академии наук
доктор физико-математических наук,
профессор



Шелухин Владимир Валентинович

03.03.2020 г.