

Отзыв

на автореферат диссертации **Бейбалаева Ветлугина Джабраиловича**
«Математические модели динамических процессов во фрактальных и пористых средах», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

При построении математических моделей нелокальных динамических процессов для учета эффектов памяти в физической системе иногда уравнения удобно записать через дробные производные по времени, а для описания течения процессов в объектах со сложной структурой и многофазным составом — через производные дробного порядка по пространственной координате. Хотя прямая связь между дробными производными и указанными эффектами нелокальности, памяти, а также фрактальной структуры до сих пор не установлена, этот аппарат оказывается в ряде случаев весьма эффективным для их учета. Это следует из определения таких операторов, являющихся интегро-дифференциальными операторами с нетривиальными ядрами.

Несмотря на отсутствие ясной интерпретации, использование дробных операторов оказалось очень эффективным. Использование этого аппарата позволяет с большой точностью интерпретировать сложные экспериментальные данные для таких явлений, как аномальная диффузия, теплоперенос в средах со сложной структурой, дисперсионный перенос в полупроводниках, расчет термодинамических свойств поверхностей, квантово-статистические эффекты и т.д.

Наряду с аналитическими методами активно развиваются и численные методы решения дифференциальных уравнений дробного порядка, что связано с большими трудностями, возникающими при поиске аналитических решений таких уравнений. Диссертационная работа Бейбалаева В.Д. посвящена усовершенствованию и развитию новых методов исследования

динамических процессов во фрактальных и пористых средах с учетом эффектов памяти и пространственных корреляций, а также разработке эффективных алгоритмов численного моделирования нелокальных процессов теплопереноса и реализация этих методов в виде комплексов объектно-ориентированных программ. Поскольку математическое описание нестационарных процессов во фрактальных структурах обладает рядом специфических особенностей, развитие соответствующих подходов, основанных на математическом аппарате интегродифференцирования дробного порядка, при расчетно-теоретическом моделировании делает направление исследований Бейбалаева В.Д. актуальным.

Представленные разностные методы решения начальной задачи для систем дифференциальных уравнений дробного порядка и результаты качественного исследования линейных и нелинейных динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями дробного порядка, могут служить основой разработки и численного анализа дробно-дифференциальных моделей динамических систем. А представленные разностные схемы решения начально-краевых задач для дифференциальных уравнений дробного порядка и результаты комплексного исследования нестационарных процессов теплопроводности являются фундаментальной основой для разработки и численного анализа математических моделей нестационарных процессов теплопроводности во фрактальных и пористых средах.

Таким образом, после прочтения автореферата можно сделать вывод, что диссертационная работа Бейбалаева В.Д. обладает научной новизной в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ. Кроме того, важно отметить практическую значимость результатов для исследования нелокальных динамических процессов в физических средах с эффектами памяти и пространственными нелокальностями.

Основные результаты работы докладывались на научных семинарах кафедры, и прошла апробацию на международных и российских научных конференциях и опубликованы в научных журналах из списка ВАК и зарубежных научных журналах, которые входят в международные базы цитирования Scopus и WOS. Также автором получены 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и изданы 3 монографии, что подтверждает актуальность полученных результатов.

Необходимо отметить интересное свойство уравнений в дробных производных. Оно состоит в том, что решения линейных дробных уравнений имеют особенности, очень похожие на решения нелинейных уравнений целочисленного порядка (например, аттракторы уравнения фрактального осциллятора). Это наталкивает на мысль о возможной глубокой связи между нелинейными свойствами среды и дробно-дифференциальными операторами. Я предлагаю автору диссертационной работы в будущем более детально изучить этот вопрос.

Хотя результаты работы достаточно высокого уровня, я всё же считаю не очень высоким рейтинг журналов, в которых они были опубликованы. Это явное упущение автора, ибо часть результатов могла бы быть опубликована в более престижных журналах. Тем не менее, минимальным требованиям ВАК имеющиеся публикации удовлетворяют, а замечание необходимо воспринимать как пожелание на будущее не бояться посылать свои статьи в более престижные журналы.

Ликование исследователей по поводу хорошего соответствия теории с дробными операторами и эксперимента во многих случаях может оказаться преждевременным и безосновательным. Это связано с тем, что при переходе к дробным операторам появляются дополнительные параметры. К таким параметрам, прежде всего, относится порядок дробного оператора, от которого существенно зависит решение соответствующего уравнения. Варьируя этим параметром можно изменять решение в достаточно большом функциональном диапазоне. С другой стороны, появляется еще один

параметр. Это характерная константа рассматриваемой задачи. Этот параметр появляется по следующей причине. При переходе к дробным операторам, очевидно, необходимо сначала обезразмерить уравнение, чтобы сохранить размерность искомых физических величин. При этом вводится некоторая постоянная, называемая часто характерной константой задачи. Это характерные время, длина, температура и т.д. Часто характерная константа выбирается исходя из не совсем понятных соображений. Между тем, выбор этой константы задачи также значительно влияет на решение уравнений дробного порядка. Примеров, когда переход к безразмерным величинам осуществляется с помощью фундаментальных физических констант, очень мало. Из автореферата не очень ясно, какое внимание автор уделяет этому важному вопросу при применении теории для описания физических явлений.

В списке публикаций автора есть статья в журнале Нелинейный мир (статья 28), которая автором включена в категорию журналов, рекомендованных ВАК, а другая статья в том же журнале Нелинейный мир (статья 41) указана как публикация в журнале, не входящем в список ВАК. Автору следует пояснить, почему один и тот же журнал фигурирует в двух разных списках. То же самое касается журнала Вестник ДГУ.

В качестве одной из основных задач диссертационной работы автор указал «Комплексное исследование фрактальных характеристик микроструктуры газоразрядных каналов и динамику электронов в них с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента». Однако, по этой теме в списке публикаций имеются всего две статьи в журнале Нелинейный мир, который не входит в базы WoS и Scopus. Из-за отсутствия доступа к полным текстам этих статей у меня не было возможности ознакомиться с их содержанием. Возможно, речь идет о двух достаточно больших статьях, в которых действительно проведено комплексное исследование фрактальных характеристик упомянутых систем, в соответствии с поставленной задачей. Кроме того, я не нашел развернутой информации об этой задаче в содержательной части

автореферата. Эта задача сформулирована в начале, а в конце она приведена как один из основных результатов.

В качестве важного преимущества работы отмечу, что развитые абстрактные методы применены к конкретным физическим системам, по которым имеются достаточно большое число экспериментальных данных. В частности, исследованы особенности теплопереноса в горных породах при наличии внешнего давления. Следует отметить неплохое согласие между расчетом и экспериментальными данными.

На основе анализа автореферата можно сделать вывод о том, что данная работа является научным исследованием, которое отвечает минимальным требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор, Бейбалаев Ветлугин Джабраилович, согласно этому Положению заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв составил:

Алисултанов Заур Замирович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Международного центра теоретической физики им. А.А. Абрикосова, Московский Физико-Технический Институт (Физтех)

Дата составления отзыва: 03.07.2024

Научная специальность, по которой защищена диссертация: 01.04.02 – теоретическая физика.

Контактные данные:

141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер. 9.

Тел. +7 989 473 12 46

e-mail: zaur0102@gmail.com

 Алисултанов З.З.

ПОДПИСЬ РУКИ
ЗАВЕРЮЮ:
ЗАВ. УПРАВЛЕНИЕМ
АДМИНИСТРАТИВНОГО ОТДЕЛА
М.А. Гусева

