

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУН
Институт Физики Твердого тела
Российской академии наук



И. В. Кведер

2016 г.

О Т З Ы В

ведущей организации
на диссертацию Сергея Александровича Белана
«Статистические модели динамики инерционных частиц в неоднородных
турбулентных течениях», представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 –
теоретическая физика

В диссертации С. А. Белана теоретически исследуются явления переноса примесных частиц в неоднородной турбулентности.

Актуальность и практическая ценность диссертационной работы обусловлены интересом к проблемам турбулентного транспорта примесных частиц, как с физической стороны вопроса, так со стороны прикладных приложений.

Новизна работы очевидна – получены новые научные результаты:

найлены условия при которых происходит переход локализация-делокализация для диффузионных частиц и инерционных частиц в вязком пограничном подслое турбулентного течения, а также для инерционных частиц в окрестности глубокого одномерного минимума коротко-коррелированной во времени турбулентности.

в рамках модели турбулентной диффузии для частиц в приземном слое атмосферы найден закон, по которому убывает во времени количество примеси в воздухе вследствие осаждения примеси на земную поверхность, установлено как ведет себя результирующая поверхностная плотность осажденного материала в подветренном

направлении.

Текст диссертации изложен на 82 стр. и включает введение, четыре главы, заключение, список публикаций автора по теме диссертации и список литературы.

Во введении даются основные понятия о предмете исследований, обосновывается актуальность, проводится краткий обзор научной литературы по теме исследований и формулируются требующие решения задачи.

В первой главе рассматривается поведение инерционных частиц в вязком пограничном подслое несжимаемой турбулентной жидкости. Сначала обсуждаются свойства вязкого подслоя, затем вводится уравнение движения частицы. Описана динамика частиц в вязком подслое при произвольном значении числа Стокса. Обнаружено, что при критическом значении числа Стокса равном $1/3$ происходит переход локализация-делокализация: частицы с достаточно большой инерцией имеют тенденцию скапливаться вблизи стенки, а слабоинерционные частицы покидают вязкий подслой.

Во второй главе исследуются локализационные свойства инерционных частиц в дельта-коррелированном во времени случайном пристенном течении со степенным профилем интенсивности флуктуаций. Показано, что переход локализация-делокализация по параметру неупругого коллапса, описанный в первой главе для частного случая инерционных частиц в вязком подслое развитой турбулентности, универсален для всех моделей, в которых коэффициент диффузии растет быстрее чем квадрат расстояния от стенки.

В третьей главе анализируется динамика инерционных частиц в случае квадратичного профиля коэффициента турбулентной диффузии дельта-коррелированного во времени турбулентного течения. В этом случае локализационные свойства частицы зависят от двух безразмерных параметров: степени инерционности и коэффициента восстановления скорости частицы при столкновении со стенкой. Описан переход локализация-делокализация для инерционных частиц в окрестности одномерного минимума турбулентности в неограниченном пространстве и кластеризационный переход для относительного движения пары неупруго сталкивающихся частиц в одномерном случайном поле скорости.

В четвёртая глава посвящена рассеянию примесных частиц в приземном

атмосферном слое в рамках статистической модели, которая базируется на двумерном транспортном уравнении и учитывает турбулентную диффузию в вертикальном направлении, перенос средним горизонтальным ветром и гравитационную седиментацию. Рассматривается нестационарный случай процессов рассеяния и осаждения на землю примесных частиц, изначально выпущенных на определенной высоте в пределах приземного слоя. Получено точное нестационарное решение уравнения на распределение концентрации частиц в вертикальном направлении. Установлен закон, по которому убывает во времени число частиц в воздухе из-за осаждения на земную поверхность.

В качестве замечания отметим сжатость литературного обзора. Диссертация только бы выиграла от более развёрнутого обсуждения существующих теоретических работ на тему турбулентной диффузии и от сравнения с экспериментом. Это замечание, однако, не снижает общего благоприятного представления о проделанной автором работе.

В целом диссертация представляет собой научное исследование, выполненное на высоком уровне. Новизна и научная ценность результатов исследований не вызывают сомнений. Достоверность результатов обеспечивается адекватностью теоретического описания, границы применимости которого оговорены в соответствующих местах.

Исследования, которым посвящена рецензируемая работа, представляют большой интерес для академических институтов России и других стран, проводящих фундаментальные и прикладные исследования по статистической физике, гидродинамике и турбулентности.

Все основные результаты диссертации своевременно опубликованы в ведущих отечественных и зарубежных журналах.

Доклад С. А. Белана по материалам диссертации был заслушан и одобрен на семинаре ИФТТ РАН «Нелинейные динамические системы».


Автореферат корректно и полно отражает содержание диссертации.

Оценивая диссертацию в целом, следует признать, что рецензируемая работа выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям,

предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор С. А. Белан заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Отзыв составили:

зам. директора ИФТТ РАН, заведующий лабораторией квантовых кристаллов
д. ф.-м. н.,  А. А. Левченко

старший научный сотрудник лаборатории квантовых кристаллов
к. ф.-м. н.,  М. Ю. Бражников

Отзыв заслушан и одобрен на заседании Учёного Совета ИФТТ РАН,
протокол № 13 от « 12 » _____ декабря _____ 2016 г.

Учёный секретарь ИФТТ РАН

д. ф.-м. н.



Г. Е. Абросимова.