

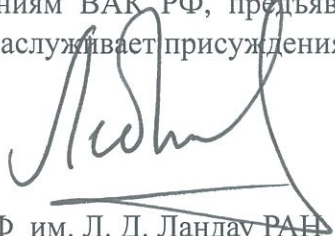
**Отзыв научного руководителя члена-корреспондента РАН  
директора Института теоретической физики имени Л.Д. Ландау РАН  
Лебедева Владимира Валентиновича  
на диссертационную работу  
Белана Сергея Александровича  
«Статистические модели динамики инерционных частиц  
в неоднородных турбулентных течениях»,  
представленную на соискание степени  
кандидата физико-математических наук.**

Диссертационная работа С.А.Белана посвящена актуальным проблемам современной гидродинамики, связанным со статистическими свойствами инерционных частиц в турбулентных потоках и, в частности, в турбулентном пограничном слое. Это направление исследований имеет как большой фундаментальный интерес, поскольку относится к анализу статистического поведения в сильно неравновесных системах, так и значительные прикладные аспекты, поскольку позволяет прогнозировать, например, распространение пыли в атмосфере. Сергей Белан закончил Московский физико-технический институт, обучаясь на кафедре Проблем теоретической физики при ИТФ имени Л.Д.Ландау. Научную работу под моим руководством Сергей Белан начал на четвертом курсе, занявшись наноплазмоникой, в области которой он выполнил несколько работ, на основе которых он впоследствии защитил сначала бакалаврскую, а затем и магистерскую работу. Еще будучи студентом шестого курса, Сергей расширил сферу своей деятельности, взявшись за исследования в области статистической гидродинамики, что вылилось в итоге в цикл публикаций, легших в основу диссертационной работы. Началось все с того, что я поставил перед Сергеем задачу об описании статистики инерционных частиц в вязком подслое турбулентного течения. Параллельно Сергей начал сотрудничество с Г.Фальковичем, который приблизительно в это же время заинтересовался дисперсией инерционных частиц в турбулентном приземном слое атмосферы. Эти задачи родственны в том смысле, что в обоих случаях мы имеем дело с принципиально неоднородными турбулентными течениями. Такие задачи рассматривались теоретически и ранее, однако лишь в локально-равновесном приближении, предполагающем слабую неоднородность. Как оказалось, выход за рамки локального равновесия ведет к весьма нетривиальным результатам. Например, про турбофорез с момента начала изучения этого явления (более сорока лет назад) все привыкли думать, что он всегда направлен в сторону минимума турбулентности. Оказалось, что это заблуждение, причина которого кроется в том, что все предыдущие исследователи рассматривали только предел слабой неоднородности и малой инерции частиц. В общем же случае турбофорез может быть и отрицательным (частицы уносятся прочь от минимума турбулентности). Еще один важный результат, представленный в диссертационной работе – явление неупругого коллапса для частиц в вязком подслое. Если степень диссипативности столкновений инерционных частиц со стенкой достаточно велика, то частицы дрейфуют по направлению к стенке. В противном случае частицы убегают из пристенной области. Обнаружение этого эффекта произошло благодаря активному взаимодействию теории и численного счета. Догадка Сергея о важности роли граничных условий на стенке была подтверждена А.И.Черных в численных симуляциях, что стимулировало последующее построение последовательной теории. Сергей проявил в исследованиях большую самостоятельность, подробно исследовав вопрос о возможности неупругого коллапса в других типах течений, и выяснил, что критическое значение

степени диссипативности столкновений универсально для широкого класса моделей с неоднородной интенсивностью турбулентности. Результаты диссертационной работы не ограничиваются уже названными. К примеру, были найдены новые нестационарные решения давно известного уравнения турбулентной диффузии для частиц в приземном слое атмосферы, что, в частности, позволило ответить на вопрос, как быстро количество примеси в воздухе убывает с течением времени за счет осаждения за земную поверхность. В целом, диссертация является законченным исследованием, содержащим новые фундаментальные результаты. Хочу также отметить, что Сергей параллельно с исследованиями в области статистической гидродинамики продолжал ранее начатые исследования в области наноплазмоники. В настоящее время он активно занимается также и другими задачами в области гидродинамики.

Я считаю, что за время работы Сергей сформировался как зрелый исследователь, способный самостоятельно ставить и решать сложные задачи. Его работа удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам он, несомненно, заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

16.06.2016



Директор ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН  
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.  
Владимир Валентинович Лебедев  
142432, Моск.обл., г. Черноголовка  
проспект академика Семенова, д.1-А  
тел.(495)702-93-17  
[lebede@itp.ac.ru](mailto:lebede@itp.ac.ru)

Подпись Лебедева В.В. заверяю Ученый секретарь Крашаков С.А.

