

«УТВЕРЖДАЮ»



ВРИО директора ИФА

им. А.М. Обухова РАН

д.ф.-м.н. Чхетиани О.Г.

25 октября 2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук

Диссертационная работа Н.В. Вазаевой «Циркуляционные особенности атмосферного пограничного слоя по данным наблюдений и численного моделирования» выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук (ИФА им. А.М. Обухова РАН). В период подготовки диссертации соискатель работала в Лаборатории геофизической гидродинамики ИФА им. А.М. Обухова РАН. В 2013 г. окончила факультет Энергомашиностроения Московского государственного технического университета им. Н.Э.Баумана. В 2013 – 2017 гг. проходил обучение в аспирантуре Института.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2017 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институте физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, заместитель директора, заведующий лабораторией геофизической гидродинамики ИФА им. А.М. Обухова РАН Чхетиани Отто Гурамович.

По результатам рассмотрения диссертации Н.В. Вазаевой «Циркуляционные особенности атмосферного пограничного слоя по данным наблюдений и численного моделирования» принято следующее заключение:

Диссертационная работа посвящена исследованию характеристик и свойств когерентных структур в АПС – упорядоченных спиралевидных вихрей разного масштаба с горизонтальной осью, – и термоконвективных структур с использованием результатов численного моделирования и данных натуральных экспериментов. Актуальность исследования определяется тем, что адекватное описание данных о пространственных масштабах, асимметрии, статистических и других характеристиках циркуляционных структур – в частности, мезомасштабных, субмезомасштабных валиковых циркуляциях и термоконвективных структур в дневное время в нижней части АПС; теоретическое исследование и численное моделирование этих структур в

АПС; развитие численных моделей, учитывающих процессы выноса аэрозольных частиц с подстилающей поверхности и их интенсивного переноса на дальние расстояния при участии валиковой циркуляции; формирование аэрозольных слоев в верхней части АПС; а также учет этих структур, процессов и факторов в моделях пограничного слоя, необходимы для понимания процессов протекающих в пограничном слое атмосферы, и, в перспективе, совершенствования их параметризации и учета в моделях прогноза погоды и климатических изменений.

В работе решены следующие задачи: исследование нелинейных режимов формирования упорядоченных структур в экмановском слое; получение пространственных характеристик когерентных структур и их ориентации в температурно-стратифицированном турбулентном пограничном слое на базе квазидвумерной модели и негидростатической мезомасштабной атмосферной модели WRF-ARW и вихреразрешающей модели WRF-LES; анализ развития асимметрии полученных в моделях мезомасштабных когерентных структур, их продольного поля скорости и поля спиральности; исследование процессов подъема и выноса частиц пыли такими мезомасштабными структурами в рамках нестационарной нелинейной квазидвумерной модели АПС; воспроизведение синоптической ситуации в районе натурных измерений в рамках мезомасштабной атмосферной модели WRF-Chem; оценка роли спиральности при описании циркуляционных процессов в АПС; оценка параметров и статистических характеристик температурных и вихревых структур различного пространственного и временного масштаба по данным экспериментов акустического зондирования в Калмыкии и Цимлянске, в 2007-2017 гг.; исследование влияния усвоения данных атмосферных экспериментов на достоверность результатов численного моделирования.

Научная новизна состоит в том, что проведено исследование характеристик когерентных структур, в частности, асимметрии полей продольной компоненты скорости и спиральности и ее непосредственные оценки, которые в настоящее время практически отсутствуют; впервые учтены процессы подъема и переноса аэрозолей в нелинейной нестационарной квазидвумерной модели АПС; отмечается интенсификация процессов подъема и переноса субмикронного аэрозоля в аридных условиях с формированием аэрозольных слоев при наличии упорядоченных циркуляционных структур; впервые проведен численный эксперимент на базе адаптированной с учетом несальтационной эмиссии при условии слабых ветров модели WRF-Chem; предложена и апробирована методика определения спиральности в АПС из данных акустического зондирования, изучено пространственное распределение спиральности, получены ее количественные характеристики и временной ход на основе экспериментальных данных, проведено сравнение с теоретическими оценками и расчетами по мезомасштабной атмосферной модели WRF-ARW; предложена простая модель развития субмезомасштабных структур (стриков); впервые собрана и проанализирована статистика

термоконвективных образований на основе данных акустического зондирования в различных ветровых и температурных условиях в Калмыкии.

Из основных результатов, выносимых на защиту, отметим: развитие асимметрии валиковой циркуляции; способность циркуляционных структур долгое время удерживать мелкодисперсные частицы пыли и переносить их на большие расстояния; интенсификация процессов подъема и выноса субмикронного аэрозоля с подстилающих поверхностей аридных зон когерентными структурами; увеличение массового содержания субмикронных частиц в АПС при учете несальтационного механизма эмиссии пыли с подстилающей поверхности аридных зон Калмыкии при условии слабых ветров; корреляция хода интегральной спиральности с ходом половины квадрата скорости ветра на верхних уровнях зондирования; возможность использования спиральности в АПС в качестве прогностического фактора для экстремальных явлений; близость статистики характеристик термоконвективных структур (по данным акустического зондирования) к распределениям типа Максвелла; простая модель развития субмезомасштабных структур (стриков), позволяющая оценить их характерные масштабы в АПС.

Автор принимал активное участие в постановке и решении всех задач диссертационной работы. Автором проводилась обработка, анализ результатов натурных экспериментов. Участие в проведении экспериментов. Участие в постановке задач численного моделирования. Создание и адаптация конфигураций выбранной модели для каждого численного эксперимента и проведение численных экспериментов. Анализ результатов моделирования и участие в анализе теоретических результатов. Обеспечение подготовки полученных результатов к опубликованию в ведущих российских и зарубежных журналах, а также их представление на международных конференциях и семинарах.

Основные результаты диссертационной работы были представлены на семинаре Лаборатории геофизической гидродинамики, Отдела динамики атмосферы ИФА им. А.М. Обухова РАН, а также на 16 международных конференциях и симпозиумах:

1. EGU General Assembly Conference Abstracts. – April 2015.
2. EGU General Assembly Conference Abstracts. – April 2018.
3. XIX Зимняя школа по механике сплошных сред Пермь, 2015 г.
4. Международная Байкальская Молодежная научная школа по фундаментальной физике «Физические процессы в космосе и околоземной среде». XIV Конференция молодых ученых «Взаимодействие полей и излучения с веществом», 2015 г.
5. Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы. 18-я Всероссийская школа-конференция молодых ученых. Геофизическая обсерватория «Борок» – филиал Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта, 2014 г.

6. 19-я Международная школа-конференция молодых учёных «Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы». Туапсе, 2015 г.
7. Advanced of Boundary-Layer Remote Sensing ("ISARS'2016"), Болгария, г. Варна, 2016 г.
8. Международная школа-конференция молодых ученых «Климат и эколого-географические проблемы Российской Арктики». Апатиты, 2016 г.
9. XVII научная школа "Нелинейные волны - 2016". Нижний Новгород, 2016 г.
10. Международная Байкальская Молодежная научная школа по фундаментальной физике «Физические процессы в космосе и околоземной среде». XV Конференция молодых ученых «Взаимодействие полей и излучения с веществом», 2017 г.
11. The 3rd Pan-Eurasian Experiment (PEEX) Science Conference & The 7th PEEX Meeting, Москва, 2017 г.
12. Одиннадцатые Петряновские и Вторые Фуксовские чтения по тематике: «Естественные и антропогенные аэрозоли. Современное состояние и перспективы развития процессов фильтрации. Разработка и модернизация технологии электроформования нано- и микроволокнистых материалов. Методы исследования и анализа аэрозолей». Москва, 2017 г.
13. International Conference "Vortices and coherent structures: from ocean to microfluids", Владивосток, 2017 г.
14. International Workshop on complex turbulent flows, Tangier - Morocco, 2017.
15. 14th European Polar Low Working Group (EPLWG) meeting, Workshop on 'Polar lows and mesoscale weather extremes', Trier, Germany, 2018.
16. Международная конференция «Турбулентность, динамика атмосферы и климата», Москва, 2018 г.

По теме диссертации опубликовано 4 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК; 1 статья в международном рецензируемом издании из списка, рекомендованного ВАК, находится в печати, 1 статья в международном рецензируемом издании из списка, рекомендованного ВАК, представлена к публикации, 19 опубликованы в тезисах докладов и сборниках трудов конференций.

Диссертация Н.В. Вазаевой представляет собой законченное научное исследование, актуальна и выполнена на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения логичны и обоснованы.

Работа отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки России к кандидатским диссертациям, предусмотренных в пунктах 9-14 Положения о порядке присуждения научных степеней.

Диссертация Вазаевой Натальи Викторовны «Циркуляционные особенности атмосферного пограничного слоя по данным наблюдений и численного моделирования» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – «Физика атмосферы и гидросферы».

Зав. отделом динамики атмосферы
Советник РАН, академик, д.ф.-м.н.



Г.С. Голицын