

**ТУРБУЛЕНТНОСТЬ,
ДИНАМИКА
АТМОСФЕРЫ
И КЛИМАТА**



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ АТМОСФЕРЫ им. А.М. ОБУХОВА

**ТУРБУЛЕНТНОСТЬ,
ДИНАМИКА АТМОСФЕРЫ
И КЛИМАТА**

**Труды международной конференции,
посвященной памяти
академика А.М. Обухова
(13–16 мая 2013 года)**

Редакционная коллегия:
*Г.С. Голицын, И.И. Мохов, С.Н. Куличков,
М.В. Курганский, О.Г. Чхетиани*

Москва
ГЕОС
2014

УДК 631.4
ББК 40.3
Т158

Редакционная коллегия:

Г.С. Голицын, И.И. Мохов, С.Н. Куличков, М.В. Курганский, О.Г. Чхетиани

ТУРБУЛЕНТНОСТЬ, ДИНАМИКА АТМОСФЕРЫ И КЛИМАТА. Труды Международной конференции, посвященной памяти академика А.М. Обухова / Отв. ред. Г.С. Голицын, И.И. Мохов, С.Н. Куличков, М.В. Курганский, О.Г. Чхетиани. – М.: ГЕОС, 2014. – 696 с.
ISBN 978-5-89118-654-5

Книга является сборником избранных трудов Международной конференции "ТУРБУЛЕНТНОСТЬ, ДИНАМИКА АТМОСФЕРЫ И КЛИМАТА", посвященной памяти академика А.М. Обухова (1918–1989). Конференция была посвящена одному из самых актуальных направлений в науках о Земле, а именно – исследованиям в области физики атмосферы, климата и окружающей среды, и проходила в г.Москве с 13-го по 16-ое мая 2013 г.. Организаторами конференции выступили Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН, Отделение наук о Земле РАН, РФФИ. В соответствии с программой Конференции книга делится на 6 секций: «Турбулентность», «Геофизическая гидродинамика», «Динамика атмосферы и климатической системы», «Физика и состав атмосферы», «Взаимодействие атмосферы и океана», «Распространение волн». Статьи, написанные на основе пленарных докладов, сделанных ведущими российскими учеными, в их числе прямыми учениками А.М. Обухова, как правило, открывают каждую секцию книги.

Книга дает прекрасное представление о современном состоянии науки об атмосфере и тенденциях её развития. Она будет полезна широкому кругу читателей: специалистам, работающим в данной области знания, аспирантам и студентам, изучающим науки о Земле.

TURBULENCE, ATMOSPHERE AND CLIMATE DYNAMICS. Collected papers of the International Conference dedicated to the memory of academician A.M. Obukhov / Editors: G.S.Golitsyn, I.I. Mokhov, S.N. Kulichkov, M.V. Kurgansky, O.G. Chkhetiani. – Moscow, GEOS, 2014. – 696 p.

This book presents a collection of selected papers of an International conference "Turbulence, Dynamics of Atmosphere and Climate" (May 13–16, 2013, Moscow), which was devoted to the memory of Academician A.M. Obukhov (1918–1989). The Conference was dealing to the research in one of the most topical areas of Earth sciences, namely to the atmospheric physics, environment and climate. The organizers of the Conference were the A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics of the Russian Academy of Sciences (RAS), the Department of Earth Sciences of RAS, and the Russian Foundation for Basic Research (RFBR). Consistently with the scientific program of the Conference, the book is divided into 6 sections: "Turbulence", "Geophysical fluid dynamics", "Dynamics of the Atmospheric and Climate System", "Atmospheric Physics and Composition", "Atmosphere–Ocean interaction", "Wave propagation". The articles written on the basis of plenary talks by leading Russian scientists, including direct disciples A.M. Obukhov open, as a rule, each section.

The book gives an excellent account of contemporary achievements in the above mentioned areas of science and their perspectives. It will be of use to a wide audience, ranging from researchers working in this field to post-graduate, graduate and under-graduate students studying Earth sciences.

*Публикуется при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований (грант № 14-05-07028)*



Издание РФФИ не подлежит продаже

© Коллектив авторов, 2014
© Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, 2014
© ГЕОС, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие. <i>Г.С. Голицын, И.И. Мохов, С.Н. Куличков, М.В. Курганский, О.Г. Чхетиани</i>	5
Foreword	6
Александр Михайлович Обухов – учёный, директор ИФА. <i>Г.С. Голицын</i>	7
Часть I. Турбулентность	9
Феномен Колмогорова-Обухова в теории турбулентности. <i>Г.И. Баренблатт</i>	9
Когерентные структуры и спиральность в приземном слое воздуха. <i>Б.М. Копрров, В.М. Копрров, С.Л. Зубковский†, Т.И. Макарова, Г.В. Азизян, Д.Ю. Соколов</i>	14
Структурообразование стохастических динамических систем в случайных средах как закон природы. <i>В.И. Кляцкин</i>	28
Динамико-статистическая модель ансамбля спонтанных струй и турбулентные моменты свободно-конвективного поверхностного слоя атмосферы. <i>А.Н. Вульфсон</i>	41
RANS моделирование устойчивого атмосферного пограничного слоя: вихревое перемешивание, энергетика и глобальная перемежаемость турбулентности. <i>А.Ф. Курбацкий, Л.И. Курбацкая</i>	58
Модель турбулентности для задач исследования изменчивости климата океанов и морей. <i>С.Н. Мошонкин, В.Б. Залесный, А.В. Гусев</i>	66
Вертикальная изменчивость характеристик турбулентности при прохождении холодных атмосферных фронтов по данным измерений на метеорологической мачте в Обнинске. <i>М.А. Новицкий, Н.Ф. Мазурин, Л.К. Кулижникова, М.К. Мацкевич, П.А. Корнеев</i>	74
Профили турбулентных потоков температуры и скорости трения в 300-метровом слое атмосферы. <i>М.А. Новицкий, Н.Ф. Мазурин, П.А. Корнеев, М.К. Мацкевич</i>	82
Динамика температурной и ветровой турбулентности в пограничном слое атмосферы по результатам акустического зондирования. <i>О.Ф. Капегешев, Н.П. Красненко, Л.Г. Шаманаева</i>	90
Турбулентные потоки аэрозоля на опустыненных территориях. <i>Г.И. Горчаков, А.В. Карпов, Д.В. Бунтов, Г.А. Курбатов</i>	97
Законы подобия в турбулентных сдвиговых потоках. <i>В.М. Простокшишин</i>	103
Часть II. Геофизическая гидродинамика	113
Вихри и волны в гидродинамических лабораторных экспериментах во вращающихся системах. <i>А.Е. Гледзер, Е.Б. Гледзер, А.А. Хапаев, Ю.Л. Черноусько, О.Г. Чхетиани</i>	113
Связь между спиральностью и потенциальным вихрем в сжимаемой вращающейся жидкости. <i>М.В. Курганский</i>	122
Об исследовании спиральности поля скорости Азиатского муссона в численных экспериментах по моделированию общей циркуляции атмосферы с учетом влияния аномального гравитационного поля Земли. <i>А.А. Макоско, К.Г. Рубинштейн</i>	134
Волновое приспособление – общая концепция и примеры применения. <i>Г.М. Резник</i>	142

Галёркинские приближения в проблеме геодинамо. <i>А.П. Мирабель, Н.В. Вакуленко</i>	155
Численная диагностика тропического циклогенеза. <i>Г.В. Левина, М.Т. Монтгомери</i>	174
Вихревые 3-D торы над подводными возвышенностями в океане. <i>В.Н. Зырянов, Е.А. Рыжов, К.В. Кошель</i>	181
Рассеяние вихревой пары топографическим вихрем. <i>Е.А. Рыжов, К.В. Кошель</i> ..	188
Пространственная фазовая структура диспергирующих волн, создаваемых движущимся источником. <i>П.Н. Свиркунов, М.В. Калашиник</i>	196
О затухании течения в тонком слое вязкой вращающейся жидкости. <i>С.В. Кострыкин, А.А. Хапаев, И.Г. Якушкин</i>	203
Прогноз перемещения тропических циклонов с использованием гидромеханической модели. <i>Б.Я. Шмерлин, М.Б. Шмерлин</i>	209
Дифференциальная механика жидкостей: Модели переноса вещества в вихревых и волновых течениях. <i>Ю.Д. Чашечкин</i>	217
Прямое численное моделирование генерации внутренних волн поверхностной волной. <i>А.С. Сафрай, И.В. Ткаченко</i>	225
Часть III. Динамика атмосферы и климатической системы	232
О возможности создания глобальной модели прогноза погоды высокого пространственного разрешения по ультрасферическим многочленам. <i>А.В. Фролов, В.И. Цветков</i>	232
О некоторых математических задачах теории климата. <i>В.П. Дымников</i>	241
Глобальное потепление в реальности и в климатических моделях. <i>Р.И. Нигматулин, Н.В. Вакуленко, Д.М. Сонечкин</i>	255
Негидростатическая система Гидрометцентра России мезомасштабного краткосрочного прогноза погоды COSMO-Ru. <i>Р.М. Вильфанд, Г.С. Ривин, И.А. Розинкина, Е.Д. Астахова, Д.В. Блинов, А.Ю. Бундель, В.Л. Перов, Г.В. Суркова, Д.Ю. Алферов, Е.В. Казакова, А.А. Кирсанов, А.П. Ревокатова, М.В. Шатунова, М.М. Чумаков</i>	265
О некоторых работах А.М. Обухова по динамической метеорологии. <i>Е.М. Добрышман</i>	274
Оценка роли 60-летнего цикла в наблюдаемых и ожидаемых изменениях климата. <i>Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова</i>	285
Динамическое усиление глобального потепления. <i>Г.В. Алексеев</i>	293
Реакция атмосферы на сокращение морского льда в Арктике. <i>В.П. Мелешко, А.В. Байдин</i>	308
Роль естественных долгопериодных колебаний в Северной Атлантике в формировании региональных климатических аномалий. <i>И.И. Мохов, В.А. Семенов</i>	319
Численное моделирование циркуляции мирового океана и её климатической изменчивости в 1948–2007 гг. <i>А.В. Гусев, Н.А. Дианский</i>	330
Возрастание воздействия атлантических вод на ледяной покров Северного Ледовитого океана. <i>В.В. Иванов, В.А. Алексеев, И.А. Репина</i>	336
Воздействия Северной Атлантики на формирование климата бассейна Каспийского моря. <i>Г.Н. Панин, Н.А. Дианский, Т.Ю. Выручалкина, И.В. Соломонова</i>	345
Корреляционные функции метеополей: как их оценивать и какая от них польза. <i>В.А. Гордин</i>	353
Индексы атмосферной циркуляции и перенос воздуха в российскую Арктику. <i>А.А. Виноградова</i>	362

Методы разделения масштабов и вариационные задачи для исследования изменчивости климатической системы и оценок экологических рисков. <i>В.В. Пененко</i> . . .	370
Некоторые результаты воспроизведения сезонных аномалий атмосферной циркуляции с помощью совместной модели атмосферы и океана. <i>Толстых М.А., Дианский Н.А., Гусев А.В., Киктев Д.Б., Зарипов Р.Б.</i>	378
Моделирование экстремальных орографических усилений ветра на черноморском побережье Кавказа (новороссийская бора) по прогностической модели COSMO-Ru Гидрометцентра России. <i>Д.В. Блинов, В.Л. Перов, Б.Е. Песков, Г.С. Ривин, И.А. Розинкина</i>	384
Условия возникновения смерчей и штормового ветра на европейской территории России и их прогнозирование на основе гидродинамико-статистических моделей прогноза. <i>Э.В. Переходцева</i>	391
Оценка различных методов расчета скорости порывов ветра. <i>М.М. Смирнова, К.Г. Рубинштейн, Г.А. Курбатов</i>	400
Условия образования замерзающих осадков в европейской России и катастрофический гололед в декабре 2010 г. <i>Н.П. Шакина, И.А. Хоменко, А.Р. Иванова, Е.Н. Скриптунова</i>	405
Часть IV. Физика и состав атмосферы	412
Малые газовые примеси в атмосфере Северной Евразии: пространственная и временная изменчивость. <i>Н.Ф. Еланский</i>	412
Спутниковые методы исследования газового и аэрозольного состава атмосферы. <i>Ю.М. Тимофеев</i>	424
Влияние биогенных эмиссий на формирование аэрозолей и облачности над морем. <i>А.Е. Алоян</i>	444
Моделирование загрязнения атмосферного воздуха с использованием гидродинамико-химической модели атмосферы COSMO-Ru7-ART. <i>Г.В. Суркова, А.А. Кирсанов, А.В. Кислов, А.П. Ревокатова, Г.С. Ривин</i>	451
А.М. Обухов и развитие исследований аэрозольного загрязнения атмосферы на Кисловодской высокогорной научной станции ИФА и в регионе Кавказских Минеральных Вод. <i>Г.И. Горчаков, А.С. Емиленко, А.А. Исаков, М.А. Свириденков, В.М. Копейкин</i>	459
Вариации, тренды и характеристики общего содержания СО в атмосфере Пекина и Москвы. <i>Гречко Е.И., Ракитин В.С., Фокеева Е.В., Джозла А.В., Ван Генчен, Емиленко А.С., Сафронов А.Н.</i>	466
Фундаментальные и прикладные исследования состава атмосферы на Кисловодской Высокогорной Научной Станции ИФА им. А.М. Обухова РАН (Северный Кавказ, Кавказские Минеральные Воды, Россия). <i>И.А. Сеник, Н.Ф. Еланский, М.С. Артамонова, А.Я. Арабов, А.Н. Боровский, А.С. Елохов, А.С. Емиленко, А.Исаков, В.В. Савиных, Ю.В. Жуланов, Н.П. Поволоцкая</i>	474
Аномалии содержания водяного пара в атмосфере над европейской территорией России в условиях блокирующего антициклона летом 2010 года. <i>С.А. Ситнов, И.И. Мохов</i>	483
Исследование температурного режима атмосферы на высотах области мезопаузы в Европейском и Восточно-Сибирском регионах России. <i>И.В. Медведева, В.И. Перминов, А.И. Семенов</i>	491
Результаты мониторинга термодинамических характеристик тропосферы и водозапаса облаков комплексом «Микрорадком». <i>Е.Н. Кадыгров, Ю.В. Агапов, А.Г. Горелик, А.К. Князев, Е.А. Миллер, В.В. Некрасов, Т.А. Точилкина, А.В. Троицкий, А.Н. Шапошников</i>	498
Эпизоды загрязнения приземного воздуха, факторы их образования и разрушения. <i>Кузнецова И.Н., Шалыгина И.Ю., Глазкова А.А., Нахаев М.И.</i>	506

Газовые примеси атмосферы в фоновых и городских условиях. <i>Скорород А.И., Еланский Н.Ф., Панкратова Н.В., Моисеенко К.Б., Штабкин Ю.А., Ситникова И.П., Ремизов А.А.</i>	514
Моделирование эмиссии метана на шельфе Восточной Арктики в результате его разгрузки из донных источников. <i>В.В. Малахова, Е.Н. Голубева</i>	521
Экспериментальные исследования турбулентных потоков озона и тепла в различных ландшафтных и сезонных условиях. <i>И.Б. Беликов, Р.А. Шумский</i>	528
Часть V. Взаимодействие атмосферы и океана	536
Мезомасштабные процессы в атмосфере Черноморского региона. <i>В.В. Ефимов</i>	536
Взаимодействие атмосферы и океана при различных условиях стратификации атмосферы. <i>И.А. Ретина, А.Ю. Артамонов, Д.Г. Чечин</i>	551
Метеорологические исследования на российских дрейфующих станциях «Северный Полюс». <i>А.П. Макинас, В.Т. Соколов, В.Ю. Кустов</i>	558
Численное моделирование Северного Ледовитого океана как задача физики: современное состояние вопроса и перспективы. <i>Н.Г. Яковлев, Е.Н. Голубева, Г.А. Платов</i>	564
Энергомассообмен между океаном и атмосферой в районе зимней полыньи к северу от архипелага Шпицберген. <i>Б.В. Иванов, В.Ф. Тимачев, П.Н. Священников, А.П. Макинас, В.М. Бедненко, А.К. Павлов, Д.М. Журавский</i>	570
Газопроницаемость морского льда – моделирование и оценка потоков. <i>Р.С. Бортковский</i>	576
Осреднённое уравнение состояния морской воды и его влияние на расчёты плотности и течений в зоне фронта Гольфстрима. <i>В.А. Соколов, С.П. Анухина</i>	581
Часть VI. Распространение волн	593
Применение в современных исследованиях атмосферного пограничного слоя идей А.М. Обухова о рассеянии и флуктуациях параметров волн в турбулентной среде. <i>М.А. Каллистратова, Р.Д. Кузнецов</i>	593
Радиоастрономические методы наблюдения Земли. <i>А.С.Гурвич, Б.Г.Кутуза</i>	621
Исследование верхней атмосферы дистанционным акустическим методом. <i>С.Н. Куличков, И.П. Чунгузов, О.Е. Попов, Г.А. Буш</i>	627
Радиотомография волн и возмущений ионосферы и верхней атмосферы. <i>В.Е. Куницын, Е.С. Андреева, И.А. Нестеров</i>	639
Приземное распространение звуковых волн в атмосфере на большие расстояния. <i>Н.П. Красненко, В.Н. Абрамочкин, Г.В. Бухлова</i>	654
Статистическое моделирование распространения акустического излучения в движущейся турбулентной атмосфере с учетом рефракции. <i>Л.Г. Шаманаева, В.В. Белов, Ю.Б. Буркатовская, Н.П. Красненко, М.В. Тарасенков</i>	661
Распространение и разрушение акустико-гравитационных волн в атмосфере. <i>Н.М. Гаврилов, С.П. Киевецкий</i>	666
Линейные и нелинейные представления волновых полей в задаче радиозатменного зондирования атмосферы Земли. <i>М.Е. Горбунов</i>	677
Исследование горизонтальных структурных функций индекса рефракции радиоволн в тропосфере. <i>Тептин Г.М., Журавлев А.А., Хуторов В.Е.</i>	683