

УДК 551.5/532.5
ББК 26.23/22.253.3

Интенсивные атмосферные вихри и их динамика.

Под ред. И.И. Мохова, М.В. Курганского, О.Г. Чхетиани.
М.: ГЕОС, 2017. 482 с. ISBN 978-5-89118-764-1

Представлены результаты экспериментальных, диагностических, теоретических и модельных исследований интенсивных атмосферных вихрей, которые в течение последних лет выполнялись в Институте физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН при поддержке Российского научного фонда (грант № 14-17-00806). Сделана попытка общего анализа иерархии интенсивных атмосферных вихрей - циркумполярных вихрей и центров действия атмосферы океанского и континентального масштаба, внетропических циклонов и антициклонов, в том числе блокирующих антициклонов, тропических циклонов (ураганов, тайфунов), интенсивных полярных мезоциклонов ("полярных ураганов"), смерчей (торнадо).

Книга может быть полезна достаточно широкому кругу читателей, в том числе специалистам, аспирантам, студентам.

Intense atmospheric vortices and their dynamics.

Edited by: I.I. Mokhov, M.V. Kurgansky, O.G. Chkhietiani. Moscow: GEOS, 2018. 482 p. ISBN 978-5-89118-764-1

The results of experimental, diagnostic, theoretical and model studies of intense atmospheric vortices are presented. During the last years of research, they were performed at the A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics of the Russian Academy of Sciences with the support of the Russian Science Foundation (grant No. 14-17-00806). An attempt was made for general analysis of the intense atmospheric vortices hierarchy, including circumpolar vortices and atmospheric centers of action of the oceanic and continental scale, extratropical cyclones and anticyclones, including blocking anticyclones, tropical cyclones (hurricanes, typhoons), polar lows ("polar hurricanes"), tornadoes.

The book can be useful to a wide audience, including researchers, graduate and undergraduate students.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение *И.И. Мохов*

Глава 1. Интенсивные вихри в атмосфере (наблюдения и анализ данных).

- 1.1. Центры действия атмосферы *И.И. Мохов • А.В. Чернокульский*
- 1.2. Блокирующие антициклоны *И.И. Мохов • А.В. Тимажеев*
- 1.3. Внетропические циклоны и антициклоны *И.И. Мохов • М.Г. Акперов*
- 1.4. Циклон-антициклонная асимметрия в атмосфере внетропических широт *И.И. Мохов • М.Г. Акперов • М.А. Дембицкая*
- 1.5. Тропические циклоны и их трансформирование во внетропические *И.И. Мохов*

- 1.6. Смерчи *М.В. Курганский • А.В. Чернокульский • Д.И. Захарченко*
1.7. Индексы смерчегенеза *А.В. Чернокульский • М.В. Курганский • И.И. Мохов*
1.8. Вихревая активность и аномалии состава атмосферы
С.А. Ситнов • И.И. Мохов

Глава 2. Теоретические исследования атмосферных вихрей.

2.1. Масштабный анализ в метеорологии *М.В. Курганский*

2.2. Конечномодовые модели крупномасштабной циркуляции *А.Е. Гледзер*

2.3 Центры действия атмосферы (ЦДА) и их модели

2.3.1. МП–модель для ЦДА *И.И. Мохов*

2.3.2. Гамильтонова динамическая система антиподальных точечных вихрей на вращающейся сфере *С.Г. Чефранов • И.И. Мохов*

2.4. Механизмы формирования атмосферных блокингов и их модели

2.4.1. МП–модель для атмосферных блокингов *И.И. Мохов*

2.4.2. Уравнение Чарни–Обухова – блокинги *М.В. Курганский*

2.4.3. Связь блокингов с транзитными неустойчивостями *О.Г. Чхетиани • М.В. Калашиник*

2.5. Внетропические циклоны и антициклоны: механизмы генерации и модели

2.5.1. ММПХ–модель *И.И. Мохов*

2.5.2. Вероятности циклонов и режим Россби *М.В. Курганский*

2.5.3. Негеострофическая модель бароклинной неустойчивости *М.В. Калашиник*

2.5.4. Формирование фронтов и струйных течений при геострофическом приспособлении в атмосфере. Характерные масштабы и горизонтальная асимметрия струйных течений *М.В. Калашиник • О.Г. Чхетиани*

2.5.5. Циклон–антициклонная асимметрия: механизмы и эффекты *М.В. Калашиник • О.Г. Чхетиани*

2.5.6. Простые вихреразрешающие модели *И.И. Мохов • В.М. Гряник*

2.6. Тропические циклоны и полярные мезоциклоны: критерии и механизмы возникновения

2.6.1. Комплексный критерий возникновения тропических циклонов и полярных мезоциклонов *Г.С. Голицын • И.И. Мохов*

2.6.2. Полярные мезоциклоны *М.В. Курганский*

2.6.3. Гидродинамические модели зарождения и интенсификации ТЦ.

2.6.3.1. Конвективная неустойчивость слоя влажной атмосферы. Зарождение локализованных конвективных вихрей *М.В. Калашиник*

2.6.3.2. Аналитическая модель интенсификации тропического циклона *М.В. Калашиник*

2.6.4. Связь интенсивности и длительности тропических циклонов

И.И. Мохов

2.7. Модели смерчеобразных вихрей

2.7.1. Простая модель смерчеобразных вихрей *М.В. Курганский*

2.7.2. Простейшая модель смерча *М.В. Курганский*

2.7.3. Перемешивание, вращение, осцилляции, и КПД при фазовых переходах в вихревых образованиях в облачных системах *Е.Б. Гледзер*

Глава 3. Лабораторное моделирование интенсивных атмосферных вихрей.

3.1. Зональные потоки, волны Россби и блокирование переноса вихрей в лабораторных экспериментах с вращающимися кольцевыми каналами *А.Е. Гледзер • Е.Б. Гледзер • А.А. Хапаев • О.Г. Чхетиани*

3.2. Струйные течения и режимы суб- и суперротации в лабораторных экспериментах

А.Е. Гледзер • Е.Б. Гледзер • А.А. Хапаев • О.Г. Чхетиани

3.3. Крупномасштабные структуры, вихри и струи в численных экспериментах с уравнениями мелкой воды во вращающихся кольцевых каналах *А.Е. Гледзер*

3.4. Моделирование условий образования смерчеподобных и ураганоподобных вихрей во вращающейся жидкости *В.А. Довженко*

Глава 4. Вихревая активность в атмосфере при климатических изменениях.

4.1. Изменения характеристик центров действия атмосферы *А.В. Чернокульский • И.И. Мохов*

4.2. Изменения активности атмосферных блокингов *А.В. Тимажеев • И.И. Мохов*

4.3. Изменения характеристик внетропических циклонов и антициклонов *М.Г. Акперов • И.И. Мохов*

4.4. Тропические циклоны: тенденции изменений *И.И. Мохов*

4.5. Полярные мезоциклоны: тенденции изменений *И.И. Мохов*

4.6. Изменения смерчегенеза *А.В. Чернокульский • М.В. Курганский, И.И. Мохов*

Литература

ВВЕДЕНИЕ

В данной монографии представлены результаты экспериментальных, диагностических, теоретических и модельных исследований интенсивных атмосферных вихрей, которые проводились в Институте физики атмосферы (ИФА) им. А.М. Обухова РАН. В течение последних лет эти исследования выполнялись при поддержке Российского научного фонда (грант № 14-17-00806). Исследования по вихревой динамике атмосферы имеют в ИФА многолетнюю историю, начиная с его основания в 1956 г. В связи с этим новые результаты последних лет сопоставляются с ранее полученными, в том числе в рамках Программ РАН и различных российских и международных проектов.

В книге сделана попытка общего анализа целой иерархии интенсивных атмосферных вихрей – от циркумполярных вихрей и центров действия атмосферы океанского и континентального масштаба до локальных смерчей и торнадо. Иерархия атмосферных вихрей включает внетропические циклоны и антициклоны, в том числе блокирующие антициклоны, тропические циклоны (ураганы, тайфуны) и интенсивные полярные мезоциклоны (“полярные ураганы”).

Результаты исследований генезиса и эволюции атмосферных вихрей, значимые с точки зрения фундаментальной науки, имеют и важное прикладное значение. С интенсивными атмосферными вихрями связаны существенные погодно- климатические особенности и сильнейшие региональные аномалии. Рекордные морозы в Северном полушарии связаны с влиянием Сибирского антициклона континентального масштаба. С формированием блокирующих антициклонов связаны как аномальная региональная жара и засухи летом, так и зимние морозы. Особую опасность для прибрежных регионов представляют тропические ураганы (тайфуны). А во внетропических широтах ключевые региональные погодно- климатические особенности связаны со сменяемостью циклонов с облаками и осадками и антициклонов с их отсутствием.

Первая глава посвящена анализу режимов интенсивных вихрей в атмосфере и их изменчивости по разным данным наблюдений, в том числе спутниковых, и реанализа. Во второй главе представлены результаты теоретических исследований, в том числе на основе концептуальных моделей для вихрей разного масштаба с различными ключевыми механизмами их генерации. В третьей главе отмечены результаты лабораторного моделирования вихревых режимов. Последняя глава посвящена оценкам вихревой активности в атмосфере при возможных сценариях глобальных климатических изменений при учете естественных и антропогенных воздействий с оценкой риска возможных последствий.

И.И. Мохов