## Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>

ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Белый Тарас Анатольевич

УДК 551.550.522:551.511.32

“Турбулентно-ветровой режим в пограничном слое атмосферы южного приморского города”

11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата географических наук

Научный руководитель:

Тарнопольский Анатолий Григорьевич,

доктор географических наук, профессор

Одесса - 2002

СОДЕРЖАНИЕ

# Введение ………………………………………………...…..…….4

**Раздел 1**. Анализ географических особенностей

турбулентного режима пограничного слоя

атмосферы ......................................................................................10

1.1. Анализ методов описания турбулентного режима

пограничного слоя атмосферы .....................................................10

1.2. Образование турбулентности над неоднородностями

городской застройки ....................................................19

1.3. Линии конвективных возмущений на фоне

бризовой циркуляции ………………….………………25

Выводы к разделу 1. ………………………………….28

# Раздел 2. Деформация ветрового переноса

турбулентными потоками в пределах

городской застройки ....….............................................29

2.1. Техногенные термики и турбулентные облачные

системы ........................................................................................29

2.2.Турбулентный влагообмен техногенных термиков с

водной поверхностью ...................................................35

Выводы к разделу 2. ....................................................43

**Раздел 3.** Расчет ветровых потоков над городом

в условиях наличия зон конвекции, вызванной

тепловым влиянием городской застройки ……...........................44

3.1. Геометрическое пространство, в котором формируются

ветровые потоки ...............................................……….........44

3.2. Аппроксимация метрического тензора ..........………...….54

## 3.3. Тензор кривизны поверхности пограничного

## слоя атмосферы ………………………….........60

Выводы к разделу 3. …..............................................69

**Раздел 4.** Численные эксперименты расчета ветровых

потоков над городом .......................................…......71

4.1. Исходные данные для численных

экспериментов ……………………...………………………..…71

4.2. Результаты расчетов ветрового режима над центральной частью г. Одессы …………………...………..……………............83

Выводы к разделу 4. ...........................…………..…………...122

Заключение ........................................…..……..........123

Литература .................................................................126

**Введение**

**Актуальность темы** определяется практической значимостью качественного состояния воздушного бассейна над городской застройкой и прилегающей к ней рекреационной зоной. Особо важно это для курортных зон в смысле комфортности климата по чистоте окружающего их воздуха и соприкасающихся и взаимодействующих с ним ландшафтов. В приморских районах южного региона снижение воздушной вентиляции курортной территории возможно как вследствие отсутствия воздушного обмена между береговой зоной и морской акваторией, так и по причине скопления перегретых влажных и запыленных воздушных масс в нижнем слое атмосферы. Последний эффект вероятен перед горным препятствием, закрывающим воздухообмен между морем и берегом, и в застойном воздухе над городской застройкой, часто лишенной возможности воздухообмена с пригородной рекреацинной зоной. Однако в зоне бризовых или горно-долинных ветров эта ситуация исключается, причем в зоне бризовых ветров приморская территория вентилируется вечерним бризом относительно прохладным морским воздухом. При вентиляции односторонне направленными горно-долинными ветрами существенного охлаждения не происходит, т.к. горно-долинные ветровые потоки привносят катабатический нагрев в опускающиеся с ветровым потоком воздушные массы, что еще более усиливает перегрев воздушного бассейна.

Для определения способности того или иного города к вентиляции возникает проблема расчета горизонтальных ветровых течений в пределах городской застройки. Эти течения формируются в турбулентной среде под воздействием возникающих в ней целенаправленных механизмов, ориентирующих ветровые потоки в пределах города. В основном при изучении турбулентности в пограничном слое воздуха научные исследования касались вертикального профиля коэффициента турбулентности, в то время как особую значимость в данном случае приобретают турбулентные вихри, формирующиеся при обтекании неоднородностей городской застройки ветровым переносом. Теория турбулентности для мезомасштабных горизонтально ориентированных вихрей до настоящего времени не получила серьезного обоснования, т. к. во всех исследованиях по пограничному слою атмосферы основное внимание уделено изотропной по горизонтали турбулентности, имеющей свойство менять свои параметры по вертикали и во времени. Поэтому работы, посвященные неизотропной по горизонтали турбулентности и ее свойствам создавать в своей среде зоны ламинарных течений, являются актуальными для решения перечисленных ранее проблем.

При соединении курортных зон с большой территорией городской застройки, как это происходит, в частности, в Одессе, возможен эффект преобладающего влияния городской запыленности, транспортного задымления и т.п. на прилегающие к городу рекреационные зоны. Исследование этого вопроса имеет важное прикладное значение, т.к. санитарно- оздоровительные комплексы должны располагаться в той части городской территории, где влияние техногенных вторжений будет минимальным. Обычно курортно- оздоровительный комплекс не сочетается с большими территориями городской застройки, но в условиях Одессы это происходит, что демонстрирует преимущества разумного сочетания курортных комплексов с возможностями урбанизации. Но при этом требуется постоянно осуществлять мероприятия, направленные на сохранение комфортности климата воздушного бассейна.

Проблеме чистоты воздушных бассейнов над промышленными центрами посвящено большое количество научных работ. Результаты настоящего исследования, несмотря на то что они, в основном, касаются ситуации в приморском городе на примере Одессы, могут быть распространены и на ситуации в других городах, в которых существует возможность воздухообмена между городом и прилегающей территорий. Во всех случаях проблема связана с ветровым переносом, который формируется в турбулентных потоках.

**Степень исследования проблемы** устанавливается с учетом значительного числа научных работ, посвященных горизонтально однородной и изотропной турбулентности. Для неизотропной по горизонтали турбулентности следует разработать некие новые подходы, которые способны соответствовать существующим в каждом отдельном случае географическим ландшафтам и учитывать их горизонтальную неизотропность. Если существующие теории изотропной турбулентности пограничного слоя практически лишь интегрально способны учитывать географический фактор, то в этой новой теории географический фактор должен явится главной опорой ее положений.

Основное положение данной теории турбулентности состоит в утверждении возможности определения состояний перехода турбулентного перемешивания в состояние детерминированых ламинарных течений. Проблем такого рода теории атмосферной турбулентности не рассматривали. В данном случае соответствующие задачи должны быть дополнены решением вопросов энтропийной организации неупорядоченных движений под влиянием определенным образом ориентированных ландшафтных особенностей. Т.е. конкретные географические особенности вносят в однородную турбулентность фактор ориентации, что является основанием для пересмотра моделей атмосферной турбулентности: ее переориентации на учет географического фактора не интегрально, а с вводом обширного комплекса его проявлений. Кроме того, для теплого сезона и для южного климатического пояса в целом обычно применяемые теории пограничного слоя атмосферы, использующие концепцию турбулентной диффузии и создаваемых на ее принципах турбулентных потоков, не в полной мере раскрывают физику неизотропной по горизонтали турбулентности. Дело в том, что при сильном радиационном нагреве подстилающей поверхности турбулентная теплопроводность сменяется конвективной теплопроводностью. Поэтому модели пограничного слоя, основанные на концепции турбулентного потока оказываются ошибочными в южном климатическом поясе, где они должны быть заменены моделями конвективного тепло- и влагообмена. В связи с этим в литературе по тропической метеорологии вообще нет исследований по пограничному слою, которые заменяются подробным рассмотрением моделей конвективного переноса. Для южного пояса зоны умеренных широт этот вопрос тоже становится актуальным, т.к. температурные условия в данном случае требуют перехода к моделям турбулентности в конвективном переносе.

###### Цель и задачи исследования:

- разработать модель неоднородной мезомасштабной турбулентности в географически неизотропной среде;

- на основе принципа наименьшего действия разработать математический аппарат для расчета организации турбулентных вихрей в возможные ламинарные течения, формируемые под воздействием географического фактора;

- изучить механизмы создания наименьшей деформации воздушной среды под воздействием внешнего потока и географического окружения;

- на основе неравновесной термодинамики выявить возможность создания целенаправленной деформации течений в поле неизотропной турбулентности;

- разработать алгоритмы расчета ветровых потоков в пределах городской застройки и окружающей ее рекреационной зоны и проверить их на примере г. Одессы.

**Теоретическое и практическое значение полученных результатов** определяется прикладной значимостью научных исследований, направленных на изучение экологии воздушного бассейна городов и на разработку методов качественной оценки комфортности их климата. Создание модели неизотропной турбулентности в различных географических ландшафтах является существенной частью общей теории турбулентности пограничного слоя атмосферы. Применение методов неравновесной термодинамики в теории атмосферной турбулентности является основой для создания методов ориентации модели атмосферной турбулентности на учет географических особенностей, что существенно конкретизирует саму теорию пограничного слоя атмосферы. Кроме того, создание модели пограничного слоя атмосферы на базе концепции конвективного тепло- и влагообмена является особо актуальным вопросом, т.к. широко практикуемые модели турбулентного переноса в пограничном слое атмосферы не в полной мере описывают физику процессов в южном климатическом поясе.

**Личный вклад соискателя** состоит в разработке модели теории неизотропной турбулентности и ее апробации на примере расчета вентиляции г. Одессы.

**Апробация результатов диссертации** проведена с помощью численных экспериментов, верификация которых основана на конкретных данных измерений проявления атмосферного процесса, а также на логическом анализе физико-географической основы проявления физических механизмов формирования структуры горизонтально неизотропного пограничного слоя атмосферы при преобладающей роли в нем конвективных потоков.

**Публикации** представлены в виде 4 научных статей в научном журнале по специальности, утвержденном ВАК Украины.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 4 разделов и заключения; включает в себя 134 страниц текста, 33 рисунков, 5 таблиц. Список цитируемой литературы включает 97 наименований.

### Заключение

В районах техногенной застройки возникает особый вид турбулентного режима, называемый доменами турбулентности отличающихся одинаковой ориентацией осей турбулентных вихрей, внутри которых образуются далее турбулентные образования в виде эллипсоидов деформации с хаотической ориентацией основных осей. По мере их подъема вверх под действием архимедовых сил домены турбулентности преобразуются в макродомены и сливаются с турбулентными образованиями термиков сухой конвекции, образующихся над перегретыми площадями техногенной застройки городской территории. Под действием местных ветровых потоков, например бризов, макродомены техногенных термиков, смещаясь в сторону моря, вносят режим техногенной турбулентности в прилегающий слой воздуха над акваторией. Тем самым район развития техногенной турбулентности является источником макротурбулентных вихрей над морем, которые далее под воздействием на них тепловых потоков преобразуются в детерминированный режим конвекции над морем, выраженный в образовании над гораздо более обширной территорией ячейки Бенара закрытого типа. Такой процесс называется режимом вырождения турбулентности под воздействием внешних энергетических потоков. При наличии возможности развития влажной конвекции, как над городом, так и над морем, описанный процесс интенсифицируется и сопровождается усиленными местными ветрами, которые существенно отличаются от обычного режима местных ветров, преобладающих над соседними территориями, отдаленными от районов техногенной застройки.

Ветровой режим над городом слагается из суммы ветров синоптического процесса и местных циркуляций, на которую налагаются потоки ветров вовлечения в конвективные термики и в подинверсионные струи. Все эти ветра находятся под влиянием местной орографии и контуров техногенной застройки, а также тепловых контрастов подстилающей поверхности. Все это вместе взятое создает многофакторный режим развития ветровых потоков над городом. Для расчета реальных ветров над городом рекомендован принцип наименьшего действия, под влиянием которого суммарный ветровой поток выбирает кратчайшее расстояние между пунктами с высоким и низким давлением, которое выбирается с обходом всех перечисленных наложений. Ветровой режим пограничного слоя над малой территорией не может удовлетворять спирали Экмана, если сумма влияющих на него факторов существенно превышает вклад отклоняющей силы вращения Земли. Спираль Экмана более соответствует пограничному слою атмосферы, формирующемуся лишь под влиянием крупномасштабных синоптических процессов, в которых среди действующих факторов сила Кориолиса играет решающую роль.

Ветровой режим, складывающийся над районами техногенной городской застройки, существенно отличается от ветрового режима окрестностей в связи с преобладанием в его формировании факторов техногенного происхождения. Локальные "городские" ветра обычно имеют устойчивый во времени режим и меняются лишь при существенной смене над городом микрометеорологического режима, который сам по себе зависит в основном от сезона.

Техногенная турбулентность в конечном итоге способствует образованию в городских окрестностях форм местных циркуляций, например ячеек Бенара или грозовой облачности на основе линий конвективных возмущений.

Релеевская конвекция над городской территорией создает особый вид турбулентных вихрей по типу эллипсоидов деформации, размеры которых существенно превышают размеры турбулентных молей, на основе которых осуществляется турбулентный теплообмен и турбулентная диффузия в неконвективных процессах устойчиво стратифицированной атмосферы, когда отсутствуют температурные градиенты, вызывающие релеевскую конвекцию.

Литература

1. Акивис М.А., Гольдберг В.Б. Тензорное исчисление. -М.: Наука, 1969. - 352 с.
2. Алисов Б.П., Дрозов О.А., Рубинштейн Е.С. Курс климатологии. Ч. 1,2.- Л.: Гидрометеоиздат, 1952.- 488 с.
3. Барштейн М.Ф. Современное состояние вопроса о воздействии ветра на высокие сооружения // Тр. ИЭМ, 1972.-Вып. 27.- С. 3-11.
4. Барштейн М.Ф. Воздействие ветра на здания и сооружения //Тр. ЦНИИСК.- 1973.- Вып.2.- С. 65-85.
5. 31Белодонова Л.В. Динамико-стохастическое моделирование подинверсионных струйных течений //Метеорологія, кліматологія та гідрологія, 2000.- Вип.41.- С. 117-122.
6. Белый Т.А. Усовершенствованная экмановская модель атмосферного пограничного слоя //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.36.- С. 73-82.
7. Белый Т.А. Тензор кривизны поверхности пограничного слоя атмосферы //Метеорологія, кліматологія та гідрологія, 2001.- Вип.43.- С. 20-26.
8. Бурман Э.А. Местные ветры.-Л.: Гидрометеоиздат, 1969.- 341 с.
9. Бурман Э.А., Ивус Г.П. Влияние моря на статистическую структуру поля ветра в прибрежной полосе при разных значениях внешних параметров //Труды ВНИИГМИ-МЦД, 1977.- Вып.52.- С. 45-53.
10. Бурман Э.А., Ивус Г.П., О статистическом прогнозе повторяемости локальных термических возмущений в прибрежной полосе моря. "Океанология" АН СССР, №3, 1978.- С. 406-410.
11. Бэтчелор Д. К. Теория однородной турбулентности.- М.: Иностранная литература, 1955.- 197 с.
12. Верлан В.А. Некоторые результаты реализации методики игрового размещения сети постов наблюдений за загрязнением атмосферы на примере крупного промышленного центра //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.36.- С. 299-310.
13. Виленкин Н.Я. Специальные функции и теория представлений групп.- М.: Физматгиз, 1965.- С.106-201.
14. Гандин Л.С., Дубов А.С. Численные методы краткосрочного прогноза погоды.- Л.: Гидрометеоиздат, 1968.- 427 с.
15. Гарцман Л.Б. Исследование ветровых нагрузок на линии электропередач.- Ташкент: Фан, 1987.- 157 с.
16. Глушков А.В., Махмуд Алауддин. Расчет турбулентной вентиляции промышленного города в зоне сухих субтропиков //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.38. С. 77-81.
17. Голощак О.П. Западные и северо-западные блокирующие антициклоны и их взаимосвязь //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.38.- С. 176 - 181.
18. Динамика кучевых облаков. -М.: Мир, 1964; Малкус Дж. С. Современное развитие исследований проникающей конвекции и их применение к башням кучево-дождевых облаков. -С.96-123; Берковский Л. Учет скрытой теплоты конденсации в модели численного прогноза. -С.124-145; Ван-Тулленар К.Ф. Разность давлений между кучевым облаком и окружающим его воздухом. -С.146-153.
19. Ефимова Г.И. Нелинейная аппроксимация метеорологических полей в непрерывно-дискретном спектре //Труды ГМЦ СССР, Вып.285, 1987.- С. 135-151.
20. Ефимов В.А., Петерсон В.Б. Модель фронтогенеза на основе вихревых цепочек Кармана //Метеорология, климатология и гидрология, 1995.- Вып.32.- С.102- 107.
21. Ефимов В.А., Петерсон В.Б. Модель фронтогенеза на основе вихревых цепочек Бенара. Науково-технiчний збiрник.- Одеса- ОIСВ, 1997.- Т. 3 , ч.1.- С. 97-102.
22. Ефимов В.А., Петерсон В.Б. Объективный анализ фронтогенеза на основе гидродинамической модели вихревых полей в зоне фронта. Науково-технiчний збiрник. Одеса: ОШСВ,1997.- Т.3, ч.1.- С. 97-102.
23. Ефимов В.А., Конкин В.В., Петерсон В.Б., Петерсон О.В. . Метод спектральной телескопизации //Метеорология, климатология и гидрология, 1998.- Вып.35.- С.27-32.
24. Ефимов В.А., Конкин В.В. Аналитическое представление струй штормового ветра и его применение в морских прогнозах //Метеорология, климатология и гидрология, 1998.- Вып.35.- С. 20-26.
25. Ефимов В.А., Ивус Г.П., Белодонова Л.В. Динамика подинверсионных струй в течениях Куэтта и Пуазейля //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.38.- С. 214 - 218.
26. Заварина М.В. Строительная климатология.- Л.: Гидрометеоиздат, 1976.- 312 с.
27. Ивус Г.П. Исследование статистической мезоструктуры поля температуры в прибрежной полосе //Метеорология, климатология и гидрология, 1977.- Вып.13.- С. 13-19.
28. Ивус Г.П., Матыгин А.С., Савтер Л.А. Оценки пространственно- временных характеристик бризовой циркуляции в районе Одессы //Метеорология, климатология и гидрология, 1984.- Вып.20.- С. 94-98.
29. Ивус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б. К вопросу о струйных течениях нижних уровней над Одессой //Метеорология, климатология и гидрология, 1998.- Вып.35.- С. 121-129. 46
30. Ивус Г.П., Белодонова Л.В. Подинверсионные течения и трансформация облачных систем //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.39.- С. 132 - 139.
31. Івус Г.П. Умови утворення та прогноз слабкого вiтру бiля поверхнi землi i iнверсiй температури в районі Одеси.- Одеса: 1998.- 109 с.
32. Каребин А.В., Обухов Е.В., Васильев И.А. Оценка влияния антропогенного воздействия на почвы микрорайона Лузановский //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.36.- С. 342-353.
33. Кивганов А. Ф., Голощак О.П. Антициклоны восточной Европы //Метеорология, климатология и гидрология, 1998.- Вып.35.- С. 81-89.
34. Кочин Н.Е. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления.- М.: ГРТТЛ, 1938.- 456 с.
35. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромехани­ка.- М.: ГИТТЛ, т.1, 1948.- 487 с.
36. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика.- М.: Гостехиздат, т.2, 1948.- 612 с.
37. Кудрянь А.П., Шурда К.Э. О мезомасштабной структуре поля летних осадков на юге Украины //Метеорология, климатология и гидрология, 1998.- Вып.35.- С.99-106.
38. Лайхтман Д.Л., Надежина Е.Д., Симонов В.В. Влияние изменения внешних условий на трансформацию нижней облачности //Труды ГГО, 1965.- Вып.167.- С. 67-72.
39. Левченко Т.Н., Соколов С.Д., Семашко К.Н. Аэрация тепловой застройки в условиях повышенных и низких скоростей ветра. (Обзор) ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре. М., 1974.- 35 с.
40. Лепешкин В.И., Тарнопольский А.Г. Оценка скорости сухого осаждения загрязняющих веществ из атмосферы на морскую акваторию //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.36.- С. 322-330.
41. Лоева И.Д., Гуревич А.А., Верлан В.А. Рациональное размещение сети постов мониторинга за загрязнением атмосферы в промышленном городе //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.36.- С. 283-287.
42. Лоева И.Д., Гуревич А.А., Верлан В.А. Критерии оптимизации при размещении сети постов мониторинга за загрязнением воздуха в промышленном городе //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.36.- С. 288-298.
43. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы.- Л.: Гидрометеоиздат. 1984.- 751 с.
44. Матвеев Ю.Л., Матвеев Л.Т., Солдатенко А.С. Глобальное поле облачности. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986, 280 с.
45. Маркус Т.А., Моррис Э.Н. Здания, климат и энергия /Пер. с англ. под ред. К.В.Кобышевой.- М.: Мир, 1985.- 543 с.
46. Махмуд Алауддин. Расчет турбулентного режима промышленного города в зоне сухих субтропиков //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.38.- С. 182-186.
47. Махмуд Алауддин. Математическая модель замыкания нестационарной турбулентности над промышленным городом //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.38.- С. 187-191.
48. Махмуд Алауддин. Расчет санитарно-защитной зоны для предприятия с вредными выбросами в атмосферу промышленного города (на примере Одесского цементного завода) //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.38.- С. 192-196.
49. Метеорологические нагрузки на сооружения.- Л.: Гидрометеоиздат //Тр. ГГО, 1973.- Вып.303.- 190 с.
50. Метеорологические нагрузки на сооружения.- Л.: Гидрометеоиздат //Тр. ГГО, 1974.- Вып.333.- 130 с.
51. Нелинейные системы гидродинамического типа/ Под ред. А.М. Обухова.- М.: Наука, 1974.- 160 с.
52. Нестационарное обтекание высотных сооружений турбулентным ветровым потоком. //Тр. ЦВГМО, 1979.- Вып.13.- С. 51-55.
53. Новожилов Н.И. Турбулентная инверсия – результат деятельности мезоструи // Метеорология и гидрология, 1963.- Вып.10.- С. 33 – 36. 75
54. Новожилов Н.И. О мезоструях пограничного слоя атмосферы // Метеорология и гидрология, 1973.- Вып.5.- С. 105 – 110. 76
55. Обухов А.М. О некоторых общих характеристиках уравнений динамики атмосферы.- Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана, 1971.- Т.7.- № 7.- С. 695-704.
56. Рашевский Л.К. Риманова геометрия и тензорный анализ.- М.: Наука, 1964.- 664 с.
57. Реттер Э.И. Аэрация жилого микрорайона.- Л.: Гидрометеоиздат, 1974.- 10 с.
58. Савицкий Г.А. Ветровые нагрузки на сооружения.- М.: Стройиздат, 1972.- 100 с.
59. Семенова И.Г. Динамика влажностно-энергетических характеристик ныряющих циклонов //Метеорология, климатология и гидрология, 1998.- Вып.35.- С. 63 - 69.
60. Соловьева В.Г., Цехановская Л.В. Оценка составляющих радиоактивного баланса северео-западной части Черного моря //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.36.- С. 331-341.
61. Справочник по климату СССР. -Л.: Гидрометеоиздат. -Вып.10. -Ч. 2, 1967. -700 с.
62. Справочник по климату СССР. -Л.: Гидрометеоиздат. -Вып.10. -Ч. 3, 1967. -700 с.
63. Степаненко С.Н. Динамика турбулентно-циркуляционных и диффузионных процессов в нижнем слое атмосферы над Украиной.- Одесса, 1998.- 285 с.
64. Степаненко С.Н. Мезометеорология. Конспект лекций. Ч.1., Одесса, 2000. -90 с.
65. Тарнопольский А.Г. Расчет параметров взаимодействия океана и атмосферы применительно к океанологическому прогнозу //Труды ГОИН, 1989.- Вып.178.- С. 81-95.
66. Тарнопольский А.Г., Шнайдман В.А. Моделирование пограничного слоя атмосферы над городской застройкой и пригородной зоны //Метеорология и гидрология. -№1, 1991.- С.41-47.
67. Тарнопольский А.Г., Шнайдман В.А. Моделирование геофизического пограничного слоя //Докл. АН Украины, №9.- 1993.- С.105-112.
68. Тарнопольский А.Г., Шнайдман В.А. Трансграничный перенос и турбулентный обмен в проблеме охраны воздушного бассейна //Докл. АН Украины, №2.- 1995.- С.132-135.
69. Тарнопольский А.Г., Белый Т.А. Система экмановских пограничных слоев атмосферы и моря //Метеорологія, кліматологія та гідрологія, 2000.- Вип.41.- С. 107-117.
70. Теоретические основы прогноза погоды на средние сроки. Сборник переводных статей.- Л.: Гидрометеоиздат, 1979.- 138 с.
71. Хинце И.О. Турбулентность ее механизм и теория.- М.: ФМ, 1963.- 680 с.
72. Хохлов В.Н. Энергетический бюджет антициклонов в процессе их эволюции //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.38.- С.47-53.
73. Хохлов В.Н. Особенности распределения кинетической энергии и влагосодержания в южных циклонах //Метеорология, климатология и гидрология, 1997.- Вып.34.- С.13-21.
74. Физика облаков. Под ред. Хргиана А.Х., Л.: Гидрометеоиздат, 1961.- 459 с.
75. Фукс Б.А., Левин В.И. Функции комплексного переменного и их приложения.- М.: ГИТТЛ, 1951.- 308 с.
76. Чеботарев Н.Г. Теория алгебраических функций.- М.: Гостхиздат, 1948.- 396 с.
77. Шакина Н.П. Динамика атмосферных фронтов и циклонов.- Л.: Гидрометеоиздат, 1985. - 263 с. 105
78. Шнайдман В.А., Фоскарино О.В. Моделирование пограничного слоя и макротурбулентного обмена в атмосфере.- Л.: Гидрометеоиздат, 1990.- 159 с.
79. Шурда К.Э. Статистическая оценка связи между атмосферной циркуляцией и осадками в теплое полугодие на юге Украины //Метеорология, климатология и гидрология, 1998.- Вып.35.- С. 107-112.
80. ЭннанА.А., Шихалева Г.Н., Редько Т.Д., Букин В.А., Семенова О.В., Обухов Е.В. Оценка антропогенного воздействия на состояние прибрежной акватории Лузановки //Метеорология, климатология и гидрология, 1999.- Вып.39.- С. 299-305.
81. Agee E.M., Chen T.S. A model for investigating eddy viscosity effects on mesoscales cellular convection. J.Atmos. Sci. 30.-1973.- P. 180-188.
82. Arakava A. Parametrizatin of cumulus convection. - Proc. WMO / ICSLU Symp. Num. Wea. Pred., Tokyo, 26 Nov.-4 Dec 1968, Japan Met Agency, 1969.- P. 1-6.
83. Asai T.. Three-dimensional features of thermal convection in a plane Couette flow. J. Meteorol. Sci. Jpn., 1970.- P. 128 - 139.
84. Ball B. K. Control of inversion height by surface heating. – Quart. J. Roy. Met Soc., 1960, 86, P. 483-494.
85. Bhumralkar C.M. Parametrization of the planetary boundary layer in atmospheric general circulation models – a review. RAND, ARPA Order N 1, 189 – 1, 1975.
86. Ceselsky B.F. Cumulus convection in weak and strong tropical disturbances. - J. Atm. Sci., 1974, vol.31, №5.- P. 1241-1251.
87. Deardorff J.W. On the magnitude of the subgrid scale eddy coefficient.- J. Comput. Phys., 1971.- P. 120-133.
88. Deardorff J.W. Three-dimensional modelling of the planetary boundary layer.- In: AMS Workshop on Micrometeorology. Ed. D.A. Haugen. 1973.- P. 271-311.
89. Gadd A.J., Keers J.F. The representation in a 10-level model atmosphere of sensible and latent heat transfers from the earth's surfase to the atmospheric boundary layer.- Quart. J. Met. Soc. , 1976, 96, P. 297-308.
90. Joly A. The Stability of Steady Fronts and the Adjoint Method: Nonmodal Frontal waves. Journal of the atmospheric sciences. Vol.52, N 17, 1995.- P.3082-3107.
91. Kung E.C. Large scale balance of kinetic energy in the atmosphere/- Month. Wea. Rev. , 1966, 94, P. 624-640.
92. Kuo H.L. On the formation and intensification of tropical cyclones through latent heat released by cumulus convectin.- Atm. Sci. , 1965, 22, P. 40-63.
93. Kurihara A. A scheme of moist convective adjustment.- Mon. Wea. Rev. , 1973, 101, №7.- P. 547-553.
94. Manabe S.J., Smagorinsky J., Stricler R.F. Simulated climatology of a general circulation model with a hydrologic cycle.- Mon. Wea. Rev. , 1965, 93, P. 769-798.
95. Yau M.R., Michaud R.. Numerical simulation of a cumulus ensamble in three dimensional. J. Atmos. Sci. 39, 1982.- P. 1062 - 1079.
96. Yanai M., Esbensen S., Chu J.H. Determination of bulk properties of tropical cloud cluster from large-scale heat and moisture budgets. - J. Atm. Sci. 1973, 30, P. 611-627.
97. Weinreb M.P. et al. Transmittances for the TIROS Operational Vertical Sounder/M.P.Weinreb, H.E.Fleming,L.M.McMillin et all. NOAA Techn. Rep. NESS 85, Washington,D.C.,1981.- 60 p.

Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>





