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

ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

УДК 551.576.1:551.508.85

Петров Василий Иванович

СТРУКТУРА И ЭВОЛЮЦИЯ КУЧЕВО-ДОЖДЕВЫХ ОБЛАКОВ

В ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Специальность 11.00.09 - метеорология, климатология,

агрометеорология

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата географических наук

Научный руководитель:

проф., доктор физ. - мат. наук

Степаненко Сергей Николаевич

Одесса – 2004 год

#### СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение …………………………………………………………………………………..5

1. Мониторинг мезомасштабных метеорологических процессов с помощью

радиолокационных наблюдений ……………………………………………………10

* 1. Использование метеорологических радиолокационных станций на

территории Молдовы для решения задач активных воздействий и

контроля мезометеорологических процессов ……………………………….10

* 1. Радиолокационное обнаружение облаков различных форм ……………….14
  2. Условия развития кучево-дождевых облаков на территории Молдовы

и связанные с ними опасные явления погоды ………………………………19

* 1. Основные выводы по разделу 1 ……………………………………………...28

2. Методика исследования пространственной структуры кучево-дождевой

облачности в прибрежной полосе северо-западной части Черного моря ……. … 30

2.1. Характеристика используемого материала ………. ……………………. ...…30

* 1. Методика обработки и отображения данных ……………………………. …34
  2. Основные выводы по разделу 2 ………………………………………………39

1. Мезомасштабная структура полей кучево-дождевых облаков в прибрежной

полосе по радиолокационным данным …………………………………………..41

3.1. Механизм формирования полей кучево-дождевой облачности в

прибрежной полосе ……………………………………………………………...41

* 1. Характеристики крупномасштабного фонового потока в дни с развитием

радиоэха кучево-дождевых облаков в прибрежной полосе ………………...52

* 1. Мезомасштабная структура радиоэха кучево-дождевой облачности

в прибрежной полосе ………………………………………………………….57

* 1. Временная изменчивость интенсивности поля радиоэха кучево-дождевых

облаков в прибрежной полосе ………………………………………………. 66

3.5. Пространственная изменчивость поля радиоэха кучево-дождевых

облаков в прибрежной полосе ………………………………………………...74

* 1. Основные выводы по разделу 3 ………………………………………………79

1. Пространственная структура и термодинамические характеристики облаков,

возникающих на бризовых фронтах ………………………………………………82

4.1. Пространственная структура облаков …………………………………………82

4.2. Термодинамические характеристики атмосферы в дни с развитием

облаков на бризовых фронтах …………………………………………………89

4.3. Численная оценка термодинамических параметров облаков ………………..93

4.4. Оценка величины конвергенции на бризовых фронтах ……………………..101

4.5. Основные выводы по разделу 4 ……………………………………………….106

1. Радиолокационное исследование фронта морского бриза ……………………...109

5.1. Связь параметров бриза с полями радиоэха кучево-дождевой

облачности …………………………………………………………………….109

5.2. Классификация бризовых фронтов по радиолокационным данным ………..114

5.3. Глубина проникновения морского бриза по радиолокационным данным …120

5.4. Основные выводы по разделу 5 ……………………………………………….130

1. Некоторые прикладные характеристики закономерностей эволюции мезо-

масштабных полей кучево-дождевой облачности в прибрежной полосе ……. 132

6.1. Возможности использования закономерностей эволюции кучево-

дождевой облачности в сверхкраткосрочном прогнозе …………………….132

6.2. Возможности использования закономерностей эволюции кучево-дождевой

облачности в прибрежной полосе для задач активных воздействий ………140

6.3. Основные выводы по разделу 6 ……………………………………………….145

Выводы …………………………………………………………………………………147

Список использованных источников ………………………………………………....153

Приложения …………………………………………………………………………… 164

# 

# ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АВ - активные воздействия,

БОМО - блок обработки метеоинформации,

БФ - бризовый фронт,

Гбф  - глубина проникновения бризового фронта,

ИКО - индикатор кругового обзора МРЛ-5,

ИДВ - индикатор дальность-высота МРЛ-5,

ИУО - искусственное увеличение осадков,

КДО - кучево-дождевые облака,

КП - командный пункт противоградового отряда,

КФП - крупномасштабный фоновый поток,

МРЛ - метеорологическая радиолокационная станция,

Нвг - высота верхней границы радиоэха облаков, км,

Н9, Н8, Н7 - высоты изоповерхностей с радиолокационной отражаемостью

на длине волны 10 см равные 10-9, 10-8 и 10-7 см-1, км,

η10 - радиолокационная отражаемость на длине волны 10 см, см-1,

η3.2 -  радиолокационная отражаемость на длине волны 3,2 см, см-1,

ОГЭУ - Одесский государственный экологический университет,

ПРВ - пункт ракетного воздействия,

ПС РМ - Противоградовая Служба Республики Молдова,

РКО - радиоэхо конвективных облаков,

РЛС - радиолокационная станция,

Шбф - ширина облачной полосы на бризовом фронте,

ЦАО - центральная аэрологическая обсерватория.

# ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Изучению мезометеорологических процессов, возникающих в прибрежных районах суши и моря, всегда уделялось достаточно большое внимание. Это связано как с проблемами экологии этих зон, так и с развитием здесь рекреационной и производственной деятельности.

Известно, что климатический режим прибрежных районов во многом определяется такими мезопроцессами как бризовые циркуляции, которые при своем возникновении значительно видоизменяют как температурно-влажностные характеристики, так и режим облачности и осадков этих районов. Только после появления космических фотоснимков (60-70 годы) стало известно, что бриз в большинстве случаев сопровождается образованием мезомасштабных полос (скоплений) кучевой и кучево-дождевой облачности (Cb), повторяющей очертания береговой линии. Такие облачные полосы, повторяющие очертания береговой линии многих морей, были названы в научной литературе облачными полосами бризовых фронтов. На космических снимках Черного моря хорошо видны облачные полосы бризовых фронтов как в северо-западной части от районов Болгарии до районов Украины, так и в южных прибрежных районах Турции и Грузии. Но космические наблюдения, обнаружив такие мезомасштабные облачные полосы, не позволили в силу ряда ограничений метода подробно исследовать их пространственно-временную изменчивость и внутреннюю структуру. Так, остались, до конца не выяснены как сами причины образования кучево-дождевой облачности при бризовой циркуляции, так и вопросы регулярности их появления, а также характер взаимодействия этих мезообразования с процессами других масштабов.

Глубокое изучение этих процессов в прибрежной полосе Украины и Молдовы было начато после установки метеорологических радиолокаторов (МРЛ-2, МРЛ-5) на юге Молдовы (1985 г.) и на юге Одесской области Украины (1981 г.). С их появлением стало возможным исследовать структуру и эволюцию скоплений кучево-дождевой облачности с масштабами от десятков минут до нескольких часов.

Сведения о мезоциркуляциях, полученные с помощью дискретных метеонаблюдений, не позволяли до сих пор прогнозировать опасные метеорологическия явления такие как град, шквал, ливни. Поэтому регулярные наблюдения за развитием мезомасштабных облачных скоплений позволили автору разработать метод прогноза перечисленных опасных явлений, связанные с кучево-дождевыми облаками, развивающимися на бризовых фронтах.

Связь работы с научными программами, планами, темами.Исследования, которые выполнены в диссертации, вошли в план работы научной группы Противоградовой Службы Республики Молдова. Приказ № 89 от 30.04.1997 г. "Исследование мезомасштабных метеорологических процессов в прибрежных районах Украины и их влияние на грозоградовые процессы в южных регионах Молдовы".

Цель и задача исследования. Цель работы заключается в комплексном экспериментальном исследовании пространственно-временных характеристик облачных полей кучево-дождевой облачности, образующейся при определенных формах мезоциркуляций в прибрежной полосе северо-западной части Черного моря.

В соответствии с этим решались следующие задачи:

- разработка метода радиолокационных измерений структуры и эволюции кучево-дождевой облачности на бризовом фронте;

- изучение пространственных и временных характеристик мезопроцессов, путем проведения регулярных и специальных радиолокационных наблюдений;

- разработка и использование метода объективного анализа полей облачности в прибрежной полосе;

- исследование статистических характеристик (корреляционных и спектральных) радиолокационных параметров кучево-дождевой облачности на бризовом фронте;

- разработка, проверка и внедрение в практику метода прогноза возникновения и эволюции грозоградовой облачности в прибрежной полосе северо-западной части Черного моря.

Задача данного исследования сводится к следующему: на основе радиолокационных изображений кучево-дождевой облачности в прибрежной полосе северо-западной части Черного моря а) выявить мезомасштабную структуру кучево-дождевой облачности; б) установить, является ли эта структура регулярной; в) исследовать эволюцию кучево-дождевой облачности в прибрежной полосе; г) изучить возможность применения закономерностей эволюции кучево-дождевой облачности в прибрежной полосе для сверхкраткосрочного прогноза.

*Объект исследования* - кучево-дождевые облака в северо-западном Причерноморье.

*Предметом исследования* являются физические механизмы эволюции кучево-дождевых облаков и связанных с ними опасных явлений погоды в прибрежной полосе.

Для изучения особенностей мезометеорологических процессов в прибрежных районах использовались *методы дистанционного электромагнитного зондирования*. Основными исходными материалами для решения поставленных задач были данные фото регистрации радиоэха облачности на индикаторе кругового обзора и индикаторе дальность-высота метеорологического радиолокатора МРЛ-5, установленного в г. Кагуле, Республика Молдова. Дополнительно использовались данные температурно-ветрового радиозондирования аэрологических станций Кишинев и Одесса, а также материалы метеостанций, расположенных в исследуемом районе. Использовались *статистические методы* анализа временных рядов радиолокационных параметров кучево-дождевых облаков.

Научная новизна работы полученных результатов, опубликованных в научных работах автора и являющаяся предметом защиты, состоит в том, что для северо-западного Причерноморья впервые:

* радиолокационным методом исследованы и классифицированы поля кучево-дождевой облачности (ячейки, полосы, гряды), развивающиеся в зоне конвергенции на бризовом фронте;
* радиолокационным методом исследованы бризовые фронты и разработана их классификация на основе детерминированности мезомасштабных облачных скоплений в прибрежной полосе;

- обнаружены вторичные мезомасштабные системы облачности, развивающиеся параллельно фронту морского бриза на некотором удалении в глубине суши;

* на основе радиолокационных наблюдений оценены горизонтальные масштабы бризовой циркуляции;
* определены синоптические и термодинамические характеристики атмосферы, способствующие формированию опасных кучево-дождевых облаков, образующихся на бризовых фронтах;

- обнаружено квазипериодическое изменение интенсивности поля радиоэха кучево-дождевой облачности на бризовых фронтах и исследованы их статистические характеристики;

- оценена величина горизонтальной дивергенции поля ветра по прямым радиолокационным наблюдениям за полями радиоэха кучево-дождевых облаков в прибрежной полосе.

Практическая значимость полученных результатов. Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что в результате проведенных исследований создана методика прогноза эволюции бризовых фронтов и связанных с ними опасных явлений погоды, которая применена в оперативной практике Противоградовой Службы Республики Молдова. (Решение Технического совета ПС РМ от 12.07.1999 г. № 01103-320).

Личный вклад автора. Автору принадлежит разработка методик анализа эволюций кучево-дождевой облачности в прибрежной полосе северо-западной части Черного моря по радиолокационным данным, а также физические выводы и их обоснование. Автор принимал непосредственное участие в разработке программ радиолокационных наблюдений, сборе и анализе материалов.

Апробация результатов диссертации**.** Основные результаты диссертационной работы докладывались на Первой научной конференции "Воды Молдовы"

(г. Кишинев, ноябрь 1994 г.), на Всероссийском симпозиуме "Радиолокационное исследование природных сред" (г. Санкт-Петербург, апрель 1997 г.), на Всероссийской конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы (г. Нальчик, октябрь 2001 г.), на научных семинарах Одесского гидрометеорологического института, ПС РМ.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ.

Структура и объем диссертации**.** Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и приложений. Заключение оформлено в виде основных результатов исследований. Работа изложена на 186 страницах, включает 50 рисунков и 31 таблицы. Список литературы насчитывает 119 наименований.

Особую благодарность автор выражает своему научному руководителю профессору, доктору физико-математических наук Степаненко Сергею Николаевичу, кандидату географических наук Волошину Владимиру Григорьевичу. Автор благодарен также кандидату физико-математических наук Потапову Евгению Ивановичу за постоянную поддержку в работе, ценные предложения и замечания при написании диссертации.

# ВЫВОДЫ

Результаты исследований, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, позволяют сделать следующие выводы:

1.В прибрежной полосе северо-западной части Черного моря в результате взаимодействия бризовой циркуляции с крупномасштабным фоновым потоком создается зона конвергенции, величина которой составляет порядка 10-4 с-1, где развиваются кучево-дождевые облака.

2.Расширено понятие бризового фронта. Бризовый фронт - это расположенная параллельно береговой черте полоса конвективных облаков, образовавшаяся в результате взаимодействия крупномасштабного фонового потока с морским (дневным) бризом. Бризовый фронт выделяется в виде пространственно-временной картины поля радиоэха кучево-дождевой облачности в прибрежной полосе

(100-150 км), обнаруживаемой радиолокационной станцией. Бризовые фронты обнаруживаются вне зоны влияния атмосферных фронтов.

3. Развитие бризовых фронтах в прибрежной зоне происходит в ослабленном поле атмосферной циркуляции с модальной скоростью ветра 4-7 м/с (60.3% на 850 гПа, 47.8% на 700 гПа и 43.5% на 500 гПа) и достаточно увлажненной в нижней части тропосферы воздушной массы, особенно на 700 гПа, дефицит точки росы которой в среднем в 1.2 раза меньше, чем на 850 гПа и в 2.1 раза меньше, чем на 500 гПа. Преобладающим направлением переноса является западный, северо-западный, северный (57.5% на 850 гПа, 65.2% на 700 гПа и 63.0% на 500 гПа), т.е. ветра дующие с берега, что обеспечивает максимальную сходимость воздушных течений в зоне фронта морского бриза и усиление конвекции. Анализ приземных барических полей и данных радиозондирования в дни с развитием бризовых фронтов показал, что наибольшее число дней с БФ приходится на малоградиентные барические поля пониженного и повышенного давления (56%), затем следуют ложбины (26%) и гребни (9%). Одним из необходимых условий для образования и развития бризовых фронтов является наличие неустойчивости атмосферы в прибрежной зоне. При этом среднее отклонение кривой стратификации от кривой состояния составляет от 2 до 7°С. На а/с Кишинев эта величина примерно в 2 раза превышает соответствующую величину на а/с Одесса. Суммарный дефицит точки росы в слое 850 - 500 гПа не 25°С. При наличии устойчивой стратификации бризовые фронты не развиваются.

4. Выявлены три группы полей РКО на БФ: к первой группе относились случаи, когда поля РКО наблюдались вдоль всего побережья (или на его отдельных участках). Ко второй группе относились поля РКО, развивающиеся как вдоль побережья, так и на некотором удалении от него (эти скопления названы мезомасштабными вторичными системами РКО – МВС), при этом их эволюция происходила одновременно. Для процессов первой и второй групп развитие облачной полосы РКО происходило в направлении от береговой черты в глубь суши со средней скоростью 15 км в час. Указанные процессы преобладали над другими, и их повторяемость составила 77%. К процессам третьей группы (23%) были отнесены случаи, когда появление облачной полосы РКО фиксировалось на некотором удалении от береговой черты и по мере эволюции она смещалась в сторону моря. Показано, что бризовый фронт может смещаться как в глубь суши на расстояние до 100 км со средней скоростью 10-15 км/ч (77% случаев), так и в сторону моря с последующей диссипацией РКО над акваторией моря в течение часа (23% случаев).

5. Временная изменчивость интенсивности поля РКО на БФ с линейными размерами 150-200 км носит квазипериодический характер. Гистограмма интервальных частот параметра Н9 двухмодальна. Первая мода составляет 1 час, вторая – 2,7 часа. Автокорреляционная функция Н9 и Нвг в большинстве случаев имеет вид гармонических затухающих колебаний с постоянной частотой, наложенных на фоне случайных колебаний. Сходство автокорреляционных функций Н9 и Нвг позволяет сделать вывод о возможности использования высоты верхней границы радиоэха КДО (Нвг) для описания внутренней структуры процессов образования конвективной облачности в прибрежной полосе. В спектре временных рядов Н9 и Нвг максимальное количество энергии сосредоточено в трех пиках: 20-25, 35-40 и 60-90 минут. Период около 20-25 минут, обнаруженный во временном ходе интенсивности процесса, является характеристикой интенсивности отдельной конвективной ячейки, а период 35-40 минут - характеристикой интенсивности отдельного облака, состоящего из нескольких ячеек. Период 60-90 минут является мезомасштабной характеристикой интенсивности всего процесса.

6. В 46.2% случаев приходится на развитие БФ вдоль всего побережья, при этом наиболее интенсивные бризовые фронты, отмечаются именно в этих случаях. Наибольшая повторяемость БФ по участкам прибрежной полосы приходится на май-июнь и составляет в среднем 60% всех случаев. На июль-август приходится около 35% и апрель-сентябрь - 5%. Наибольшую повторяемость БФ имеет участок 3 (17.1%), полуостровная зона между Белгород-Днестровским лиманом и озером Сасык, что подтверждает влияние Белгород-Днестровского лимана на создание на этом участке постоянной и большей по значению по сравнению с остальными участками, зоны конвергенции, приводящей к более интенсивному процессу облако- и осадкообразованию.

7. Исследование структуры поля РКО на БФ в лагранжевой системе координат показал, что они имеют мезомасштабную ячейковую (сетчатую) структуру по типу открытых ячеек. Эволюция РКО на БФ происходит в зонах восходящих движений этих регулярных структур, максимум повторяемости которых приходится на диаметр 30-40 км, а максимально наблюдаемые диаметры не превышают 80 - 90 км.

Для существования и поддержания регулярной ячейковой конвекции важную роль играют процессы, связанные с образованием и эволюцией облаков, а именно - выделением теплоты конденсации на нижних уровнях и радиационного охлаждения на верхних уровнях. Эти процессы ведут к нелинейности вертикального профиля источников тепла, что способствует образованию циркуляционных структур типа открытых ячеек.

8. Анализ построенной карты числа дней с РКО в радиусе 300 км в дни с развитием бризовых фронтов показал, что максимальное число дней с РКО распределено вдоль побережья и связано с развитием в этой зоне бризовых фронтов, и в районе Карпат. Кроме основных максимумов выделяются локальные (вторичные) максимумы: это район Предкарпатья и в глубине суши на удалении до 250 км от береговой черты, связанные с мезомасштабными вторичными системами.

9. Рассчитаны термодинамические параметры кучево-дождевых облаков с использованием струйной модели облачной конвекции, базирующейся на теории свободных турбулентных струй. Анализ расчетных значений вертикальных профилей , полученных по модели, показал, что в стадии максимального развития Cb величина высоты, где  близка к величине высоты радиолокационного параметра . Коэффициент корреляции равен 0.91. Получены соответствующие уравнения регрессии. Уравнения могут быть использованы в прогностических целях для принятия решений при проведении воздействий на градоопасные облака, и в диагностике развития кучево-дождевого облака.

10. Предложена методика оценки величины горизонтальной дивергенции скорости ветра в прибрежной полосе в дни с развитием бризовых фронтов по радиолокационным данным. Дивергенция определялась как скорость изменения площади радиоэха кучево-дождевых облаков ΔS за время Δt за счет cходимости или расходимости воздушных течений в зоне бризового фронта. Анализ 10 дней с бризовыми фронтами показал, что порядок величины дивергенции оказался равным 10-4 с-1. Диапазон изменения дивергенции составил от +12.8⋅10-4 с-1 до -8⋅10-4 с-1. Эволюция во времени дивергенции приземного поля ветра (в 10-4 с-1) при развитии бризового фронта 8.07.91 г., рассчитанная по предложенной выше методике, выявила пятнистость в распределении максимумов дивергенции и конвергенции, расстояние между центрами которых составляет 50-100 км.

11. Выявлено, что в бризовый период в среднем в 38.8% случаев отмечается развитие РКО на БФ в прибрежной зоне (максимальное значение 51.3%, минимальное - 22.0%). Распределение частот числа дней с РКО на БФ и их отсутствием в прибрежной зоне в зависимости от амплитуды суточного хода температуры воздуха, показывает, что максимум повторяемости числа дней с РКО на БФ приходится на диапазон амплитуды суточного хода температуры 8.1 - 12.0°С (46%, 25 дней), в то время как максимум повторяемости числа дней без РКО на БФ смещен вправо и приходится на диапазон температур амплитуды 12.1 - 16.0°С (49%, 66 дней). Исследована связь параметров бризовых фронтов с радиолокационными параметрами кучево-дождевых облаков, развивающихся на нем. Получены уравнения регрессии и коэффициенты корреляции для пар величин "Н9 - Глубина" и "Н9 - Ширина".

12. Предложена классификация бризовых фронтов на основе детерминированности мезомасштабных облачных скоплений в прибрежной полосе северо-западной части Черного моря, которая сводится к двум типам: Тип I - скопления радиоэха кучево-дождевых облаков вдоль прибрежной полосы (100-150 км) и отсутствия его в других местах; Тип II - скопления радиоэха кучево-дождевых облаков вдоль прибрежной полосы (100-150 км) плюс мезомасштабные вторичные системы РКО, развивающиеся на некотором расстоянии в глубине суши (МВС). В каждом из этих типов можно выделить по два подтипа, когда радиоэхом от кучево-дождевой облачности охвачено все побережье и часть побережья.

13. На основе радиолокационных наблюдений за РКО на БФ в прибрежной полосе оценены горизонтальные масштабы бризовой циркуляции в северо-западном Причерноморье. Получено пять типов проникновения морского бриза вглубь суши, которые позволили определить максимальную глубину его проникновения для

(тип V – 40-50 км) и среднюю глубину (типы II, III, IV – 10-20 км). Тип I характеризует режим поведения для бризов II рода. Наибольшей неустойчивостью атмосфера характеризуется при II типе, где наблюдаются наиболее мощные, градоопасные КДО. Структуры РКО развивающиеся в прибрежной полосе не зависят от типа проникновения морского бриза вглубь суши. Треть случаев приходится на БФ I типа и две трети случаев на БФ II типа.

14. В трети случаев (36%) из всего количества бризовых фронтов на защищаемой территории ПС РМ (Чимишлийский и Штефан-Водский противоградовые отряды), наблюдаются градоопасные облака, которые были подвергнуты засеву кристаллизирующим реагентом с целью предотвращения градобитий, а в 15.2% всех случаев с бризовыми фронтами отмечено выпадение твердых осадков на земле. Повреждения сельхозкультур от града на бризовых фронтах отмечаются локально, пятнами от 100 до 700 га с различной степенью повреждения. Основное время проведения воздействий в Белгород-днестровском и Саратском противоградовых отрядов Одесской ОВЧ в дни с развитием бризовых фронтов приходится на 13-16 часов, тогда как для южных отрядов Молдовы это время смещается на 17-20 часов и связано с эволюцией бризового фронта, с его проникновением в глубь суши, скорость которого составляет в среднем 15 км/ч.

15. Полученные в диссертации результаты позволили сформулировать концептуальную модель для задач искусственного увеличения осадков: 1) вносить кристаллизирующий реагент непосредственно в бризовый поток с помощью наземных генераторов, 2) засевать кристаллизирующим реагентом определенные участки бризового фронта, где уже образовались кучево-дождевые облака с помощью самолетов.

Найденные закономерности эволюции бризовых фронтов могут служить основой моделей краткосрочного прогноза погоды.

# 

# ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев С.М., Швецов В.С. Связь временной изменчивости интенсивности поля кучево-дождевых облаков с колебаниями температуры приземного слоя атмосферы // В сб.: Активное воздействие на атмосферные процессы в Молдавии. - Кишинев: Штиинца, 1989, - С. 48-54.

2. Абдуллаев С.М. Стационарные зоны конвергенции приземного ветра масштаба мезо - β. Пространственно-временные характеристики // Активное воздействие на атмосферные процессы в Молдове. - вып. 3. - Кишинев, 1992. - С. 122-135.

3. Абшаев М.Т. Структура и динамика грозоградовых процессов северного

Кавказа // Труды ВГИ. - 1984. - вып. 53. - С. 6-22.

4. Абшаев М.Т., Бурцев И.И., Ваксенбург С.И., Шевела Г.Ф. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5, МРЛ-6 в системе градозащиты.- Л.: Гидрометеоиздат, 1980.- 232 с.

5. Амбрози П. и др. Использование данных о мезомасштабных особенностях облачности в анализе погоды. - Л.: Гидрометеоиздат, 1973. - 150 с.

6. Астапенко П.Д., Дробышевский С.В., Сильвестров П.В. Учет данных МРЛ при построении штормового кольца // В сб.: Радиометеорология. Труды 6-го всесоюзного совещания, Таллинн, 20-23 апреля 1982 г. - Л.: Гидрометеоиздат, 1984. - С. 26-30.

7. Астапенко П.Д., Дробышевский С.В., Сильвестров П.В. Цветоконтрастная система представления данных МРЛ Службе ГА по критериям безопасности полетов// Радиометеорология. Труды VII-го Всесоюзного совещания, Суздаль, 21-24 октября 1986 г. - Л.: Гидрометеоиздат, 1989. - С. 94-96.

8. Баранов А.М. Облака и безопасность полетов. - Л.: Гидрометеоиздат, 1983.- 232 с.

9. Баранов А.М., Солонин С.В. Авиационная метеорология. - Л.: Гидрометеоиздат, 1981. - 384 с.

10. Бекряев В.И. Практикум по физическим основам воздействия на атмосферные процессы. - Л.: Гидрометеоиздат, 1991. - 144 с.

11. Бибилашвили Н.Ш., Бурцев И.И., Серегин Ю.А. Руководство по организации и проведению противоградовых работ. - Л.: Гидрометеоиздат, 1981. - 168 с.

12. Брехем Р. Р. Физические основы АВ на облака. Часть I - научная

основа // Бюллетень ВМО. - 1986. - Т.35. - № 3. - С. 278-287.

13. Брехем Р.Р. Физические основы АВ на облака. Часть II - засев облаков льдообразующими реагентами с целью увеличения количества

осадков // Бюллетень ВМО. - 1986. - Т.35. - № 4. - С. 397-408.

14. Брылев Г.Б., Гашина С.Б., Федоров А.А. Особенности радиометеорологической информации над акваторией Черного моря // В сб.: Радиолокационная метеорология. Материалы методического центра по радиолокационной метеорологии социалистических стран. - Л.: Гидрометеоиздат, 1982. - 167 с.

15. Брылев Г.Б., Гашина С.Б., Низдойминога Г.Л. Радиолокационные характеристики облаков и осадков. - Л.: Гидрометеоиздат, 1982. - 168 с.

16. Буз А.И. Конвергенция и конвекция на фронте морского бриза // Труды ГМЦ СССР. - 1974. - вып. 149. - С. 107-115.

17. Буз А.И. Погодообразующие процессы и опасные явления погоды над Литвой и Калининградской областью. - Л.: Гидрометеоиздат, 1988. - 168 с.

18. Бурман Э.А. Местные ветры. - Л.: Гидрометеоиздат, 1969. - 342 с.

19. Бурман Э.А., Скрипка Л.А. Интегральная модель кинематической структуры морского бриза // Метеорология, климатология и гидрология: Респ. межвед. науч. сб. - Киев-Одесса: Вища школа, 1986. - вып. 22. - С. 17-24.

20. Бурундуков Г.С. Пространственная иерархия метеообъектов // В сб.: Активное воздействие на атмосферные процессы в Молдавии. - Кишинев: Штиинца,

1989. - С. 125-128.

21. Брукс К., Карузерс Н. Применение статистических методов в метеорологии. - Л.: Гидрометеоиздат, 1963. - 416 с.

22. Велев С. Изясняване на ролята на някои фактори за формиране на валежите по българското черноморско крайбрежие // Проблеми на географията. - 1990. –

№ 2. - С. 49-52.

23. Вельтищев Н.Ф. Мезометеорология и краткосрочное прогнозирование /

/ Сборник лекций. ВМО-Женева. - Л.: Гидрометеоиздат, 1988. - 138 с.

24. Вельтищев Н.Ф., Желнин А.А. К определению ветра по смещению кучевых облаков // Метеорология и гидрология. - 1978. - № 11. - С. 54-59.

25. Волошин В.Г., Данова Г.М. Особенности развития градовых облаков в зоне бризовой циркуляции // В сб.: Тезисы Всесоюзной конференции по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. - Нальчик, 22-25 октября 1991 г. - 151 с.

26. Волошин В.Г., Петров В.И. Радиолокационное наблюдение бризовых фронтов в северо-западной части Черного моря // Труды Всероссийского симпозиума "Радиолокационное исследование природных сред". - вып. 1. - Санкт-Петербург, 1998. - С. 217-218.

27. Волошин В.Г., Петров В.И. Радиолокационные исследования конвективной облачности, образующейся в прибрежной полосе Черного моря // Труды Всероссийского симпозиума "Радиолокационное исследование природных сред". - вып. 1. - Санкт-Петербург, 1998. - С. 218-219.

28. Волошина Ж.В. Исследование временной изменчивости температуры воздуха северо-западного побережья Черного моря // Метеорология, климатология и гидрология: Респ. межвед. науч. сб. - Киев-Одесса: Вища школа, 1983.-вып. 19. - С. 71-77.

29. Волошина Ж.В. Взаимная изменчивость температуры воздуха и ветра в прибрежной полосе Черного моря // Метеорология, климатология и гидрология: Респ. межвед. науч. сб. - Киев-Одесса: Вища школа, 1991.- ып. 26. - С. 106-113.

30. Временные методические рекомендации по организации и проведению работ по ИУО из конвективных облаков теплого периода с помощью противоградовых комплексов. - Кишинев, 1988.

31. Гандин Л.С., Каган Р.Л. Статистические методы интерпретации метеорологических данных. - Л.: Гидрометеоиздат, 1976. - 357 с.

32. Герман М.А. Спутниковая метеорология. - Л.: Гидрометеоиздат,1975. -368 с.

33. Глобальное поле облачности / Под ред. д-ра физ. мат. наук Л.Т. Матвеева. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986. - 280 с.

34. Григоркина Р.Г., Губер П.К., Фукс В.Р. Прикладные методы корреляционного и спектрального анализа крупномасштабных океанологических процессов. - Издательство Ленинградского Университета, 1973.

35. Данов Е.И., Данова Г.М. Условия развития катастрофических градовых процессов в северном Причерноморье // Материалы Всесоюзного семинара по физике образования градовых процессов и активных воздействий на них. - М.: Гидрометеоиздат, 1988. - С. 81-86.

36. Данов Е.И., Данова Г.М., Корбан В.Х. Статистические характеристики радиоэха конвективных облаков (на юге Одесской области) // Труды Всесоюзного семинара "Активные воздействия на градовые процессы и перспективы усовершенствования льдообразующих реагентов для практики активных воздействий". - М.: Гидрометеоиздат, 1991. - С. 117-122.

37. Динамика погоды / пер. с англ. Под ред. С.Манабе. - Л.: Гидрометеоиздат,

1988. - 424 с.

38. Желнин А.А., Старостин А.Н. Сверхкраткосрочный прогноз и проблема предсказуемости мезомасштабных атмосферных процессов // Метеорология и гидрология. - 1987. - № 10. - С. 5-13.

39. Желнин А.А. О детерминированности глубокой конвекции в атмосфере // В сб.: Активное воздействие на атмосферные процессы в Молдавии. - Кишинев: Штиинца, 1989. - С. 87-95.

40. Желнин А. А. Плановая форма конвективных движений в

атмосфере // Метеорология и гидрология. - 1974. - № 11. - С. 29-36.

41. Желнин А.А. Влияние вращения на ячейковую конвекцию в атмосфере // Тр. ГМЦ СССР. - 1972. - № 60. - С. 27-31.

42. Захариев В., Корчев Г. Структурные и режимные характеристики бризовой циркуляции вдоль болгарского побережья Черного моря // Труды Зап.-сиб. Регион. научно-исследов. института. Сборник докладов. - М.: Гидрометеоиздат, 1987. - С. 10-15.

43. Зверев А.С. Синоптическая метеорология.- Л.: Гидрометеоиздат,1977.-712 с.

44. Ивус Г.П., Матыгин А.С., Совтер Л.Н. Оценки пространственно-временных характеристик бризовой циркуляции в районе Одессы // Метерология, климатология и гидрология: Респ. межвед. науч. сб. - Киев-Одесса: Вища школа, 1984. - вып. 29. - С. 94-98.

1. Исследования мезомасштабных процессов и связанных с ними опасных явлений погоды на территории Украины. – Отчет о научно - исследовательской работе.

№ Гос. Реестр. 0198U009068. – Одесса, 2002 г., 128 с.

46. Казакевич Д.И. Основы теории случайных функций и ее применение в гидрометеорологии. - Л.: Гидрометеоиздат, 1977. - 319 с.

47. Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. - Л.: Гидрометеоиздат, 1990. - 464 с.

48. Качурин Л.Г. Методы метеорологических измерений. - Л.: Гидрометеоиздат, 1985. - 456 с.

49. Климат Одессы / Под ред. канд. геогр. наук Л.К.Смекаловой, д-ра геогр. наук Ц.А.Швер. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986. - 175 с.

50. Когтева Е.А., Хаин А.П., Хворостьянов В.И. Микрофизическая модель конвективной облачности при бризовой циркуляции // Труды ЦАО. - 1989. - вып. 172. - С. 56-63.

51. Коняев К.В. Спектральный анализ случайных океанологических полей. - Л.: Гидрометеоиздат, 1981.

52. Корбан В.Х., Павлов Н.Ф., Степаненко В.Д. Радиолокационное исследование дождевых и градовых облаков амплитудно-дифференциальным

методом // Радиолокационная метеорология. Материалы методического центра по радиолокационной метеорологии социалистических стран. - Л.: Гидрометеоиздат, 1987. - С. 79-86.

53. Лассе Г.Ф. Климат Молдавской ССР. - Л.: Гидрометеоиздат, 1978. - 373 с.

54. Лившиц Е.М., Старостин А.Н., Швецов В.С. Метод индикации градовых облаков с использованием положения нулевой изотермы // Труды ЦАО. - 1985. - Вып. 150. - С. 55-60.

55. Лившиц Е.М. Некоторые результаты исследований эволюции радиолокационных ячеек // В сб.: Проблемные вопросы активных воздействий на атмосферные процессы в Молдавии. - Кишинев, 1986. - С. 73-87.

56. Мазин И.П., Шметер С.М. Облака, строение и физика образования. - Л.: Гидрометеоиздат, 1983. - 280 с.

57. Мазин И.П., Минервин В.Е. Об упорядочении терминологии в физике облаков // Метеорология и гидрология. - 1993. - № 5. - С. 5-14.

58. Макеров Ю.В. Тепловой баланс Черного моря // Труды ГОИН. - 1961. - вып. 61. - С. 40-47.

59. Матвеев Л.Т. Динамика облаков. - Л.: Гидрометеоиздат, 1981. - 312 с.

60. Миннахметов Р.М., Старостин А.Н. Пространственно-временная структура грозоградового процесса 28 июня 1982 г. // В сб.: Проблемные вопросы активных воздействий на атмосферные процессы в Молдавии. - Кишинев, 1986.- С. 31-44.

61. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. - М.: Наука, 1971. - 575 с.

62. Навроцкая В.С. Мезометеорологические эффекты в распределении осадков теплого периода по юго-западу УССР // Метеорология, климатология и гидрология: Респ. межвед. науч. сб. - Киев-Одесса: Вища школа, 1991. - вып. 26. - С. 100-106.

63. Новицкий М.А. Моделирование влияния фонового ветра на динамику бризовой циркуляции // Метеорология и гидрология. - 1988. - № 7. - С. 74-81.

64. Облака и облачная атмосфера. Справочник / Под ред. д-ра физ.- мат наук И.П.Мазина, д-ра геогр. наук А.Х.Хргиана. - Л.: Гидрометеоиздат, 1989. - 648 с.

65. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. - Л.: Гидрометеоиздат, 1980. - 432 с.

66. Пановский Г.А., Брайер Г.В. Статистические методы в метеорологии. - Л.: Гидрометеоиздат, 1967. - 242 с.

67. Петрова Л.И., Донев Е. Спектры метеорологических элементов в приводном слое атмосферы тропической зоны Индийского океана // В сб.: Метеорологические исследования. - М.: Наука, 1981. - № 24. - С. 59-64.

68. Петров В.И. Влияние Черного моря на формирование полей радиоэха конвективной облачности в южных регионах Молдовы // В сб.: Активное воздействие на атмосферные процессы в Молдове. - Кишинев, 1992. - вып. 3. - С. 104-114.

69. Петров В.И. Влияние Черного моря на формирование полей летних осадков в южных регионах Молдовы // Тезисы докладов первой научной конференции "Воды Молдовы" 1-2 ноября 1994 г. - Кишинев, 1994. - С. 166-168.

70. Петров В.И. Изменчивость интенсивности полей радиоэха кучево-дождевых облаков в северо-западном Причерноморье // Bulg. J. Meteorol. and Hydrol. - 1995. - Т.6. - № 1-2. - С. 35-38.

71. Петров В.И. Об условиях развития радиоэха кучево-дождевых облаков в северо-западном Причерноморье // Bulg. J. Meteorol. and Hydrol. - 1996. - Т.7. - № 1-2. - С. 44-52.

72. Петров В.И. Структура полей радиоэха конвективных облаков в прибрежной полосе северо-западной части Черного моря // Метеорология и гидрология. - 1996. - № 2. - С. 70-77.

73. Петров В.И. Некоторые результаты радиолокационных исследований кучево-дождевой облачности на бризовых фронтах в северо-западном Причерноморье / /В сб.: Тезисы Всероссийской конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. - Нальчик. - 2001.-С. 58-59.

74. Петров В.И., Потапов Е.И. Особенности эволюции поля мезомасштабных скоплений кучево-дождевых облаков в южной Молдове и вопросы активных воздействий // В сб.: Тезисы Всероссийской конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. –

Нальчик. - 2001. - С. 59-61.

75. Поляк И.И. Методы анализа случайных процессов и полей в климатологии. - Л.: Гидрометеоиздат, 1979. - 255 с.

76. Природа Украинской ССР. Климат / Бабиченко В.Н., Барабаш М.Б. и др. - Киев: Наукова думка, 1984. - 232 с.

77. Роджерс Р.Р. Краткий курс физики облаков. - Л.: Гидрометеоиздат, 1979. - 231 с.

78. Руководство по использованию спутниковых данных в анализе и прогнозе погоды / Под ред. Ветлова И.П. и Вельтищева Н.Ф. –

Л.:Гидрометеоиздат,1982.- 300 с.

79. Рязанцев Н.А., Швецов В.С. Сравнение результатов радиозондирования атмосферы с характеристиками радиоэха кучево-дождевых облаков // В сб.: Проблемные вопросы активного воздействия на атмосферные процессы в Молдавии. - Кишинев, 1986. - С. 43-50.

80. Старостин А.Н. Квазипериодическая изменчивость интенсивности грозоградовых процессов // В сб.: Проблемные вопросы активного воздействия на атмосферные процессы в Молдавии. - Кишинев, 1986. - С. 43-50.

81. Старостин А.Н. Классификация типов эволюции кучево-дождевых облаков // Активное воздействие на атмосферные процессы в Молдове. - вып. 3. - Кишинев, 1992. - С. 58-74.

82. Старостин А.Н., Лившиц Е.М., Швецов В.С. Мезомасштабная структура полей радиоэха конвективных облаков в Молдавии // Метеорология и гидрология. - 1983. - № 10. - С. 55-59.

83. Степаненко В.Д. Радиолокация в метеорологии. - Л.: Гидрометеоиздат,

1973. - 343 с.

84. Ступина Ф.Я. Расчет среднего числа и длительности периодов с условиями, благоприятными для развития бризов // Метеорология, климатология и гидрология: Респ. межвед. науч. сб. - Киев-Одесса: Вища школа. - вып. 22. – С. 51-55.

85. Сильные грозы с градом, вызванные фронтом морского бриза // Wang Shufen, Даци Кэсюэ, Sci. Atmos. Sin. - 1990. - Т.14. - № 4.

86. Хргиан А.Х. Физика атмосферы. Том 1-2. - Л.: Гидрометеоиздат, 1978.

87. Чебан Г.А. Пространственно-временная изменчивость гроз в Молдавии / /Климатические и микроклимтические исследования в Молдавии. - Кишинев: Штиинца, 1985. - С. 53-65.

88. Чередниченко В.С. Особенности распределения радиоэха облаков над северо-восточными районами Приаралья // Труды Казах. Регион. НИИГМИ. - 1988. –

№ 102. - С. 28-39.

89. Шакина Н.П. Динамика атмосферных фронтов и циклонов. - Л.: Гидрометеоиздат, 1985. - 263 с.

90. Шефер В.А., Матыгин А.С., Ивус Г.П. Некоторые характеристики бризовой циркуляции юго-западного побережья Крымского полуострова. - Деп. рук. 411 в ВНИИГМИ-МЦД, 1985.

91. Шметер С.М. Термодинамика и физика конвективных облаков. - Л.: Гидрометеоиздат, 1987. - 287 с.

92. Atkinson B.W. Mesoscale atmospheric circulation //Academic Press,1981.-495 p.

93. Beniston M.A. A numerical study of atmospheric mesoscale convection // Dyn. Atmos. Oceans. – 1984, № 8. - P. 223-242.

94. Blanchard D.O. and Lopez R.E. Spatial patterns of convection in South Florida // Mon. Wea. Rev. - 1985. - vol. 113, № 8. - P. 1282-1299.

95. Chisholm A.S., Renick J.H. The kinetic of multicell and supercell Alberta hailstorms. Alberta Hail Studies. Council of Alberta Hail Studies, Report 72-2. - 1972. - P. 24-31.

96. Cunning J.B., Holle R.L.,Gannon P.T., Watson A.I. Convectiv evolution and merger in the FACE experimental area: convection and boundary-layer interaction / /J.Appl.Meteorol. - 1982. - vol. 21, № 7. - P. 953-977.

97. Daytime peninsula convection - 13 May 1986 // Meteorol. mag. - 1986. - vol. 115. –

P. 282-284.

98. Doneand A., Jonson L. The variance of net divergence field: a potential mesoscale indicator of convective storm in day environment // Proc. I.A.M.A.P.,1987, August 17-19. - Vancouver (Canada). - 1987. - 306 p.

99. Doneand U.U., Miller J.R., Priegnitz D.L. The role of mesoscale surface motions in the life of a convectiv storm in a dry continental climate // Proc. IA MAP Symposium, Gamburg 25-28 August. - 1981 (ESA SP-165. June, 1981). - P. 155-160.

100. Foot G.B. Aspects of cumulonimbus classification relevant to hail problem // J. Rech. Atmos. - 1985. - vol. 19, № 1 - P. 61-74.

101. Golding B.W., Leslie L.M., Mills G.A. Mesoscale dynamic models and practical weather prediction // ESA Journal. - 1985. - vol. 9, № 2. - P.273-293.

102. Gross G. A numerical study of the land and sea breeze including cloud formation / /Contrib. Atmos. Phys. - 1986. - vol. 59, № 1. - P. 97-114.

103. Heimbach J.A., Engel T.M. The use of limited surface nets to measure mesoscale phenomena // Mon. Wea. Rev. - 1983. - vol. 115, № 1. - P. 118-129.

104. Khain A.P.,Rosenfeld D., Sednev I. Coastal effects in the Eastern Mediterranean as seen from experiments using a cloud ensembles model with detailed description of warm and ice microphysical processes // Atmos. Research. - 1993. - vol. 30. –

P. 295-319.

105. Lilly D.K. Some facets of the predictability problem for atmospheric mesoscales. In "Predictability of Fluid Motions" (G.Holloway and B.J.West,eds.) // Inst. Phys. New York. - 1984. - P. 287-294.

106. Lopez R.E.,Gannon P.T., Blanchard D.O. and Balch C.C. Synoptic and regional circulation parameters associated with the degree of convective shower activity in South Florida // Mon. Wea. Rev. - 1984. - vol. 112, № 1. - P. 686-703.

107. Lorenz E. Some aspects of atmospheric predictability // Problems and prospects long and medium range weather forecasting. - Berlin. - 1984 - P. 1-20.

108. Maddox R.A. The structure and life-cycle of midlatitude mesoscale convective complexes // Atmos. Sci. Pap., № 336, Dept. Atmos. Sci. - Colorado State University, Port Collins. - 1981. - 311 p.

109. Matssumoto S.,Akiyama T. Mesoscale disturbances and related rainfall cells embedded in the "Baiu front" with a proposal on the role convective momentum transfer // J. Meteorol. Sos. Jap. - 1970. - vol. 48, № 2. - P. 92-102.

110. Nooman J.A., Smith R.K. Sea-breeze circulation over Cape York Peninsula and the Generation of Gulf of Carpentaria Cloud Line Disturbances // J. Atmos. Sci. - 1986. - vol 43, № 16. - P. 1679-1693.

111. Orlanski I.A. A rational subdivision of scales for atmospheric processes // Bull. Amer. Meteorol. Soc. - 1975. - vol. 56, № 5. - P. 527-530.

112. Physick W.L.Rewiew: Mesoscale modelling in complex terrain // Earth-Sci. Rev. - 1988. - vol. 25, № 3. - P. 199-235.

113. Pielke R.A. A three-dimensional numerical model of the sea breezes over South Florida // Mon. Wea. Rev. – 1974, № 102. - P. 115-134.

114. Schlatter T.W. A day in the life of a modern mesoscale forecaster // ESA Journal. - 1985. - vol. 9, № 2. - P. 235-256.

115. Van de Berg L.C.J. and Oerlemans J. Simulation of the sea breeze front with a model of moist convection // Tellus. - 1985. - vol. 37, № 1. - P. 30-40.

116. Veltishchev N.F., Zhelnin A.A. Numerical simulation of cellular convection in air // J. Fluid Mech. - 1975. - vol. 68, Part 2. - P. 353-368.

117. Watson, A.I. and D.O. Blanchard. The relationship between total area divergence and convective precipitation in South Florida // Mon. Wea. Rev. – 1984, № 112. –

P. 673-685.

118. Weawer J.F. Storm motion as related to boundary-layer convergence // Mon. Wea. Rev. - 1979. - vol. 107, № 5. - P. 612-619.

119. Wilson J.W., Schreiber W.E. Initiation of convective storms at radar-observed boundary-layer convergence lines // Mon. Wea. Rev. - 1986. - vol. 114, № 112. –

P. 2516-2536.

воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>