

XVI международная конференция молодых учёных

**Состав атмосферы.
Атмосферное электричество.
Климатические процессы**

Тезисы докладов

28 мая - 1 июня 2012 г.
Звенигород, Россия

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН

Институт прикладной физики РАН

Геофизическая обсерватория «Борок»
Филиал Института физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН

Конференция проводится при финансовой поддержке

Российской Академии наук

Российского фонда фундаментальных исследований
(грант 12-05-06809-моб_г)

Министерства образования и науки Российской Федерации
(ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России»
г/к № 12.741.12.0082)



ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель

Мохов И.И.

член-корр. РАН, д.ф.-м.н., Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,
Москва

Заместители председателя

Анисимов С.В.

д.ф.-м.н., Геофизическая обсерватория «Борок» (филиал Института физики
Земли им. О.Ю. Шмидта РАН), Борок, Ярославская область

Еланский Н.Ф.

член-корр. РАН, д.ф.-м.н., Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,
Москва

Фейгин А.М.

д.ф.-м.н., Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород

Члены программного комитета

Володин Е.М.

д.ф.-м.н., Институт вычислительной математики РАН, Москва

Голицын Г.С.

академик РАН, д.ф.-м.н., Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,
Москва

Зилитинкевич С.С.

д.ф.-м.н., Метеорологический институт Финляндии, Хельсинки

Катцов В.М.

д.ф.-м.н., Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Санкт-
Петербург

Кислов А.В.

д.г.н., Географический факультет МГУ, Москва

Куницын В.Е.

д.ф.-м.н., Физический факультет МГУ, Москва

Ларин И.К.

д.ф.-м.н., Институт энергетических проблем химической физики РАН, Москва

Мареев Е.А.

член-корр. РАН, д.ф.-м.н., Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород
Соломина О.Н.

член-корр. РАН, д.г.н., Институт географии РАН, Москва

Тимофеев Ю.М.

д.ф.-м.н., Физический факультет СПбГУ, Санкт-Петербург

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Моисеенко К.Б. (председатель)

к.ф.-м.н., Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва
Чернокульский А.В. (заместитель председателя)

к.ф.-м.н., Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва
Артамонов А.Ю.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

Белова И.Н.

к.ф.-м.н., Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

Голикова Е.В.

к.ф.-м.н., Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

Карпов А.В.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

Панкратова Н.В.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

Фалалеева В.А.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

Федорова Е.И.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

ПРЕДИСЛОВИЕ

16-я Международная школа-конференция молодых ученых САТЭП-2012 является продолжением Всероссийских конференций молодых учёных «Атмосферный озон» (1995-1997 гг.), «Малые примеси в атмосфере» (1998-1999 гг.), «Малые примеси атмосферы и атмосферное электричество» (2000-2003 гг.), «Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы» (2006-2011 гг.).

Вот уже в течение многих лет в конференциях принимают участие не только российские ученые, но и ведущие специалисты – лекторы и молодые исследователи из стран СНГ и дальнего зарубежья (Германии, Австрии, Швейцарии и др.). В связи с этим, начиная с 2009 г. школа-конференция получила статус международной конференции.

Расширение тематики конференций обусловлено комплексным характером самих атмосферных процессов, их взаимосвязью и взаимовлиянием. Первоначально, в программу школы-конференции входили в основном доклады, посвященные исследованиям малых составляющих атмосферы, что обусловлено их ключевой ролью в процессах, определяющих состояние озонового слоя, качество и свойства приземного воздуха, электродинамические характеристики атмосферы и др. Начиная с 2006 г., в программу конференции входят вопросы взаимосвязи изменения состава атмосферы и климата Земли. В последние годы объектом растущего внимания исследователей стала также взаимосвязь характеристик малых газовых составляющих с динамическими и электрическими процессами в атмосфере. Конференция является единственной на сегодняшний день школой по физике нижней атмосферы, нацеленной на обсуждение работ молодых ученых по наиболее актуальным научным направлениям. Приглашение для участия в работе конференции (в том числе - для выступлений с обзорными докладами) ведущих российских и зарубежных ученых выполняет образовательную функцию и вносит весомый вклад в повышение уровня научных работ молодых исследователей.

Программа САтЭП-2012 включает секции:

1. Состав атмосферы, диагностика и моделирование фотохимических и радиационных процессов.
2. Динамические процессы в атмосфере, проблема предсказуемости атмосферных явлений.
3. Климатические процессы, диагностика и моделирование взаимодействия компонентов климатической системы и изменений климата
4. Атмосферное электричество, глобальная электрическая цепь.

Наряду с обзором состояния исследований в соответствующих областях физики атмосферы, 16-я школа конференция имеет целью развитие творческих связей поколений российских учёных и налаживание делового сотрудничества между научными коллективами. В рамках каждой из секций наряду с докладами молодых (до 35 лет) исследователей, в программу конференции включены учебные лекции ведущих российских специалистов.

ЛЕКЦИИ

ЛЕКЦИИ

Математическое моделирование газовой и аэрозольной динамики при лесных и торфяных пожарах

Алоян А.Е.¹, Арутюнян В.О.¹, Ермаков А.Н.²

¹Институт вычислительной математики РАН

²Институт энергетических проблем химической физики РАН

aloyan@inm.ras.ru

ключевые слова:

динамика, фотохимия, коагуляция

Лесные и торфяные пожары существенно влияют на изменчивость газового и аэрозольного состава атмосферы и вызывают заметные климатические эффекты в региональном масштабе. Они усиливают антропогенную нагрузку в населенных пунктах и негативно влияют на здоровье людей. Необходимо более точное воспроизведение изменчивости газовых компонентов органического происхождения, а также аэрозольных частиц с учетом их состава и спектра размеров. При лесных пожарах формируются и мельчайшие аэрозольные частицы нуклеационной моды и из газов–предшественников. Для моделирования газовой и аэрозольной динамики при лесных и торфяных пожарах построена математическая модель, состоящая из блоков: гидродинамическая модель мезомасштабных атмосферных процессов с учётом тепловых выбросов от очагов горения биомассы, модель газовой и аэрозольной динамики с учетом химической трансформации, нуклеации, конденсации/испарения, коагуляции и гетерогенных процессов на поверхности частиц с оценкой изменчивости ионного состава аэрозольных частиц в зависимости от их размеров. С использованием модели были проведены численные эксперименты по воспроизведению пространственно-временной изменчивости газового состава атмосферы при лесных и торфяных пожарах. Расчёты проводились на пространственной сетке размерами (41x41x41), для 30 интервалов масс частиц размерами от 5 нм до 10 мкм. В химическом блоке модели учитываются 92 газовых компонента, связанные с горением биомассы. Расчёты проводились при заданных значениях эмиссии для 17 газовых компонентов. На подстилающей поверхности задавались значения теплового потока и содержания лесных горючих материалов. Разработанная модель позволяет наряду с динамикой и переносом в атмосфере аммиачно-сульфатного аэрозоля описать также частицы органического аэрозоля и может быть использована для мониторинга окружающей среды при лесных пожарах с целью оценки вторичного загрязнения атмосферы токсичными веществами и аэрозолями с учетом их ионного состава.

Основные направления и результаты исследований атмосферного озона в России

Еланский Н.Ф.

Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН
elansky@ifaran.ru

ключевые слова:

Атмосферный озон, климатические тренды, дистанционные наблюдения

Дается краткий обзор наиболее важных и интересных результатов исследований пространственной и временной изменчивости содержания озона в атмосфере Земли, полученных российскими учеными в последние несколько лет. Большое внимание стало уделяться регулярным измерениям концентрации озона в приземном воздухе. Увеличилось число фоновых станций. Повысилось качество данных наблюдений в городах. Выполнен целый ряд полевых наблюдений с помощью передвижных лабораторий. Анализ данных наблюдений дал ряд новых сведений о характере изменений приземной концентрации озона, как в фоновых условиях, так и в воздухе российских городов. В частности, проанализированы процессы, приводящие к образованию экстремально высоких концентраций озона в загрязненном воздухе.

Продолжали действовать наземные сети наблюдения общего содержания озона, оборудованные приборами M-124 и спектрофотометрами Брюера. Данные наблюдений на российских и зарубежных станциях оперативно анализировались. Применялись методы численного моделирования. Анализировались тренды содержания озона и его изменчивость под влиянием самых разнообразных динамических процессов (квазидвухлетних колебаний, Эль-Ниньо, Североатлантических колебаний и др.), солнечной активности, вулканических извержений и человеческой деятельности.

Для изучения механизмов пространственно-временной изменчивости озона в нижней и верхней атмосфере активно использовалось численное моделирование. Освоены трехмерные химико-транспортные модели CHIMERE, HAMMONIA, химико-климатическая модель ИВМ и другие. Получили объяснение некоторые особенности поведения озона в полярных районах, а также связанные с различными колебательными процессами и действием антропогенных факторов.

Большая часть результатов российских ученых опубликована в российских изданиях только на русском языке. Это обстоятельство ограничивает их популяризацию. Также мало проводится в России посвященных озону международных конференций, доступных широкому кругу специалистов.

ЛЕКЦИИ

Размерные эффекты в атмосферных химических реакциях

Ермаков А.Н.

Институт энергетических проблем химической физики РАН
ayermakov@chph.ras.ru

ключевые слова:

капельная влага, кинетика химических реакций

Рассматриваются размерные эффекты в кинетике химических реакций, протекающих в атмосферной капельной влаге. Их возникновение обусловлено низкой подвижностью реагентов в жидкой фазе и невысокой растворимостью. Вследствие этого характерное время транспорта в каплях достаточно больших размеров может превысить характерное время химической реакции. На конкуренции этих процессов сказывается и химическая активность, захватываемых из газа реагентов; чем выше активность, тем при меньших размерах капель начинают действовать транспортные ограничения. Захват из газа реагентов при этом сопровождаются химические реакции, протекающие лишь в приповерхностном слое капель, а значительная часть потока налетающих частиц уходит при этом обратно в газ. Укрупнение капель может сопровождать и рост скоростей химических реакций. Это происходит в том случае, если процессы генерации активных частиц осуществляется непосредственно в объеме капель, например, в результате фотодиссоциации растворенных компонентов. В деталях влияние размерных эффектов в атмосферных химических превращениях рассматривается на примере окисления диоксида серы в каплях тропосферных облаков, а также галогенной активации нижней стратосферы с участием частиц сульфатного аэрозоля.

Одновременные микроволновые измерения озона и температуры средней атмосферы в течение внезапного стратосферного потепления

Куликов М.Ю.

Институт прикладной физики РАН
kulm@appl.sci-nnov.ru

ключевые слова:

озон и температура средней атмосферы

В начале 2012 года была проведена экспериментальная кампания, нацеленная, во-первых, на комплексное тестирование новейшей микроволновой аппаратуры, разработанной в ИПФ РАН, во-вторых, на регистрацию реакции средней атмосферы на внезапное стратосферное потепление над Нижним Новгородом. Аппаратура включала в себя два пассивных неохлаждаемых радиометра, которые предназначены для измерения собственного излучения озона в линии 110.8 ГГц и атмосферного излучения в диапазоне частот 52.5-54.5 ГГц соответственно. Для анализа измеряемых сигналов использовались два цифровых анализатора спектра "Asqiris" с полосой анализа 1ГГц и частотным разрешением 61КГц. Для восстановления вертикальных профилей озона и температуры по радиометрическим данным применялся оригинальный метод, основанный на Байесовом подходе к решению некорректных обратных задач, предполагающий построение распределения вероятности характеристик восстанавливаемых профилей с учетом шума измерений и доступной априорной информации о возможных распределениях озона и температуры в средней атмосфере.

В докладе будут представлены результаты данной кампании в сравнение с данными спутникового зондирования MLS Aura и обсуждены возможности наземной микроволновой аппаратуры при исследовании атмосферы Земли.

Работа выполнена в соавторстве с А.А. Красильниковым, А.А. Швецовым, Д.Н. Мухиным, Л.И. Федосеевым, В.Г. Рыскиным, М.В. Беликовичем, Д.А. Караштиным, Л.М. Кукиным, Н.К. Скалыгой и А.М. Фейгиным.

ЛЕКЦИИ

О длине цепи в основных циклах разрушения стратосферного озона.

Ларин И.К.

Институт энергетических проблем химической физики РАН

iklarin@narod.ru

ключевые слова:

цепные процессы, стратосфера, озон

Выполнен детальный анализ цепных механизмов разрушения стратосферного озона в Oх, HOх, NOх, ClOх и BrOх циклах. Проведенный анализ позволил получить аналитические выражения для расчёта лимитирующих стадий продолжения, обрыва и длины цепи в указанных циклах. Показано, что правильный учёт разрушения озона в цепных процессах возможен только через определение скорости лимитирующих стадий с учётом всех реакций продолжения цепи, а не одной единственной реакции, обладающей наименьшей скоростью, как это обычно делалось до сих пор. Показано также, что выбор одной реакции означает игнорирование цепного характера процесса и ведёт к завышению реальной скорости гибели озона. Проанализирована роль нулевых цепных процессов в указанных выше циклах. Показано, что эти процессы играют определяющую роль в формировании групп нечётного кислорода, азота, хлора и брома. С помощью данных двумерной модели Socrates выполнены расчёты скорости гибели озона и длины цепи в указанных выше циклах для модельных условий июня 2000 года. Показано, что в нижней и средней стратосфере разрушение озона обязано преимущественно азотно-окисному циклу, а наибольшими длинами цепей в стратосфере обладают хлорный и бромный циклы. Полученные результаты позволяют наиболее полно оценить вклад циклов в разрушение озонового слоя, как в прошлом, так и в будущем.

Исследования атмосферы в Украине наземными и спутниковыми методами

Милиневский Г.П.¹, Данилевский В.А.¹, Сосонкин М.Г.², Бовчалюк А.П.¹

¹Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко

²Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

genmilinevsky@gmail.com

ключевые слова:

аэрозоль, озон, солнечный фотометр

Поскольку аэрозоль и озон в атмосфере Земли играют существенную роль при формировании климата, они являются основными объектами изучения в Объединенной лаборатории атмосферной оптики и аэрозоля, организованной в 2008 году. В настоящее время на территории Украины постоянные наблюдения атмосферного аэрозоля по программе AERONET проводятся с помощью солнечных фотометров CE318 в Киеве и Севастополе. Для исследований в других районах используется мобильная станция AERONET, в составе которой применяются солнечные фотометры CE318N и Microtops II, а также экспериментальные модели солнечных фотометров для измерений характеристик аэрозоля и озона. По данным измерений определяются спектральная оптическая толщина аэрозоля, восстанавливаются оптические и физические характеристики частиц: альbedo однократного рассеяния, распределение частиц по размерам, комплексный показатель преломления. Измерения общего содержания и вертикального распределения озона со спектрофотометром Добсона D040 по программе Глобального мониторинга атмосферы ВМО начаты в 2010 году в новом региональном пункте исследований атмосферы № 498 "Киев-Голосеев". Пункт также оснащен автоматической метеостанцией Vaisala, анализатором приземного озона 49i, экспериментальным комплексом для мониторинга вторичных космических лучей. Данные измерений поступают в центры данных AERONET (<http://aeronet.gsfc.nasa.gov/>) и ВМО (www.woudc.org/data/). Для исследований аэрозоля и озона также используются данные спутниковых приборов (POLDER, MODIS) и (OMI, SCIAMACHY). Для получения информации о микрофизических свойствах аэрозольных частиц начата подготовка проекта создания космического радиометра-поляриметра, который должен обеспечивать высокую точность измерений степени поляризации рассеянного излучения. В докладе также приведены результаты анализа параметров аэрозоля за период 2008-11 гг. [1], особенности динамики общего содержания озона в 2010-11 гг. Исследования выполняются при поддержке Фонда CRDF США, проект UKG2-2969-KV-09.

1. Danylevsky V., Ivchenko V., Milinevsky G., Grytsai A., Sosonkin M., Goloub P., Li Z., Dubovik O. Aerosol layer properties over Kyiv from AERONET/PHOTONS sunphotometer measurements during 2008-2009 // Intern. Journ. of Remote Sensing. 2011. V. 32, No 3. P. 657-669.

ЛЕКЦИИ

Новые проблемы в атмосферной химии: концентрации галогенсодержащих кислот и механизмы их деградации

Морозов И.И.

Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН

morozov@chph.ras.ru

ключевые слова:

трихлоруксусная кислота, MS spectrometer

Монреальский и Киотский протоколы обязывает развитые страны и страны с переходной экономикой сократить или стабилизировать выбросы парниковых газов. В соответствии с этим подлежат выводу из оборота гидрохлорфторуглероды (ХФУ), гидрофторуглероды (ГФУ) и перфторуглероды. Проведенные в разных странах исследования показали, что при их трансформации в атмосфере образуются токсичные галоген содержащие кислоты. Эти кислоты представляют серьезную опасность для растительности и животного мира, что вызывает серьезную озабоченность экологов связанную с неопределенностью поведения этих кислот в окружающей среде. Уже сейчас ясно, что проблема сохранится и при выводе из оборота хлорфторуглеводородов (ХФУ). Образование хлорсодержащих кислот в атмосфере также приписывается в значительной степени широко применением хлора в промышленности и, в частности, деградацией мономеров хлорвинила, широко используемого в производстве и утилизации поливинилхлорида. Например, полевые измерения концентрации трихлоруксусной кислоты ТХК и других галогенсодержащих кислот, проведенные с помощью передвижной обсерватории «ТРОЙКА-6» ИФА РАН (Weissflog, 2003-2005) на территории Калмыкии и Северо-западных районов России, показали, что концентрация ТХК в растительности и на почве Калмыкии существенно превышает концентрацию в других местах. Монофторуксусная (МХК) и дифторуксусная (ДХК) кислоты, которые могли бы образовываться в этих условиях, не были обнаружены. Известно, что жизнедеятельность микроорганизмов в природных гиперсоленых озерах Каспийского региона и Южной Африки (Weissflog, 2003) приводит к образованию летучих галогенуглеводородов - хлороформа, трихлорэтилена, тетрахлорэтилена, метилхлороформа. В докладе будут приведены методы исследования атмосферной трансформации галогенсодержащих кислот. Будут представлены результаты изучения поведения органических кислот в атмосфере.

Vasiliev E.S., Loukhovitskaya, Morozov I.I., Savilov S.V., Lunin V.V. Determination of Uptake Coefficient for ClO Radicals on the Surface of Mineral Salts // Journal of Physical Chemistry A, 2012, dx.doi.org/10.1021/jp211357y.

Исследования составляющих южной полярной стратосферы на основе спектроскопии высокого разрешения поверхности Луны в тени Земли

Угольников О.С.¹, Пунанова А.Ф.², Крушинский В.В.²

¹Институт космических исследований РАН

²Коуровская астрономическая обсерватория Уральского Федерального университета
ougolnikov@gmail.com

ключевые слова:

стратосферные составляющие, спектроскопия

Работа посвящена исследованию состава полярной стратосферы Земли на основе спектроскопии поверхности Луны во время полной фазы лунного затмения. В это время Луна освещена лучами, преломленными в атмосфере Земли. Высота и координаты перигея луча определяется расположением точки поверхности Луны в тени Земли. Геометрия распространения излучения аналогична космическим измерениям на лимбе Земли и позволяет исследовать области полярной стратосферы, удаленные от точки измерения на расстояние, превышающее радиус Земли. Лунные затмения - единственная возможность для проведения подобных измерений с поверхности нашей планеты. Использование астрономических инструментов с большой апертурой и спектрографов высокого разрешения обеспечивает возможность анализа отдельных линий полярных стратосферных составляющих.

Основой работы являются спектральные измерения поверхности Луны вблизи южной границы тени Земли во время полного лунного затмения 10 декабря 2011 года. Антарктическая стратосфера в это время характеризуется существенным уменьшением содержания озона, что делает данные исследования особенно актуальными. Наблюдения проводились на 1.2-метровом телескопе Коуровской астрономической обсерватории (Свердловская область) с оптоволоконным спектрографом высокого разрешения (около 30000). Рабочий спектральный диапазон охватывал длины волн от 600 до 780 нм. Измерения тех же точек поверхности Луны вне затмения позволяет провести калибровку данных и исключить влияние поглощения света в атмосфере над пунктом наблюдения.

В спектре поверхности Луны в тени Земли выделено большое количество линий атмосферных составляющих (O_2 , H_2O , OH). Линии молекулярного кислорода позволяют уточнить параметры эффективной траектории распространения излучения в полярной стратосфере. В дальнейшем это используется для вычисления содержания гидроксила, существенно затрудненного для других методов вследствие малочисленности и относительной слабости его линий в данном спектральном диапазоне.

ЛЕКЦИИ

Ресурсы УФ радиации на территории России: методические аспекты и результаты.

Чубарова Н.Е., Жданова Е.Ю.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Географический факультет
chubarova@imp.kiae.ru

ключевые слова:

геофизические параметры, УФ ресурсы, моделирование

На основании точных модельных расчетов солнечного излучения в УФ диапазоне спектра проведены оценки пространственного распределения биологически активной УФ радиации (БАУФР) по территории России с разрешением 1 для различных сезонов года в реальных атмосферных условиях с учетом распределения аэрозоля, альbedo поверхности, общего содержания озона и эффективного облачного пропускания. Описываются закономерности вариаций основных геофизических параметров, оказывающих воздействие на биологически активную УФ радиацию. Обсуждается методика определения УФ ресурсов на основании данных расчетов БАУФР с использованием различных кривых биологического действия и данных о пороговых значениях. Разработана уточненная классификация УФ ресурсов, на основании которой оцениваются естественные ареалы УФ недостаточности, избыточности и условий оптимума для территории России. Проведено сравнение результатов расчетов с многолетними измерениями БАУФР в МО МГУ.

Пространственно-временная структура лазерного пучка на трассе длиной 144 км в эксперименте IRDAS-SCINT

Горбунов М.Е.¹, Гурвич А.С.¹, Федорова О.В.¹, Gottfried Kirchengast²

¹Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

²Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz, Graz, Austria
michael.gorbunov@zmaw.de

ключевые слова:

атмосферная турбулентность, гипотеза заморозенности, флуктуации интенсивности в лазерном пучке

Неоднородности показателя преломления воздуха, порожденные турбулентностью, разрушают пространственную когерентность световых волн, распространяющихся сквозь атмосферу. Описание турбулентных флуктуаций температуры во времени в данной точке пространства опирается на гипотезу заморозенной турбулентности, предложенной Дж. Тейлором [1] и подтвержденную экспериментально [2]. Предположение о заморозенной турбулентности лежит в основе описания вызванных турбулентностью флуктуаций интенсивности света, как функций времени.

Задача эксперимента ESA-IRDAS-EXP, проведенного в июле 2011 г, состояла в исследовании о пространственно-временной структуре флуктуаций интенсивности в плоскости наблюдения при измерении дифференциального поглощения лазерного излучения малыми газовыми примесями. Использовалась оптическая трасса протяженностью 144 км между островами Ла Пальма и Тенерифе [3].

Мы проанализировали пространственные спектры и корреляционные функции флуктуаций интенсивности. Наблюдавшееся на апертуре телескопа диаметром 1 м поле интенсивности в лазерном пучке на конце трассы, разорвано турбулентностью на хаотические кластеры. Поле интенсивности обладает статистически локально изотропной структурой, что согласуется с представлениями о локально изотропной турбулентности. Среднеквадратичное значение наблюдавшихся мерцаний, отнесенное к средней интенсивности на апертуре, равно 1.6, что является признаком сильных мерцаний. Характерный масштаб внутренней структуры наблюдавшихся кластеров составляет 6.5 -8 мм, тогда как величина 4 -5 см является оценкой характерного размера кластеров. Основной вклад в дисперсию наблюдавшихся мерцаний дают неоднородности поля наблюдаемой интенсивности с размерами от 1 -2 см до 10 -12 см. Анализ взаимных спектров показал, что для описания пространственно-временной структуры сильных флуктуаций интенсивности в лазерных пучках на длинных атмосферных трассах может быть использована гипотеза заморозенной турбулентности Тейлора.

1. Taylor G.I., The spectrum of turbulence // Proc. Roy. Soc., 1938, V.A164, No. 919, P.476 -490.

2. Цванг Л.П. Некоторые характеристики спектров температурных пульсаций в пограничном слое атмосферы // Изв. АН СССР, сер. Геофиз., 1963, Т. X, №10, С. 1252–1260.

3. Vorontsov M. A. et al. Characterization of atmospheric turbulence effects over 149 km propagation path using multi-wavelength laser beacons // Proceedings of the 2010 AMOS Conference, 2010, P. E18.

ЛЕКЦИИ

Конвективные вихри в атмосфере (тропические циклоны, смерчи и пыльные вихри)

Курганский М.В.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

kurgansk@ifaran.ru

ключевые слова:

тропические циклоны, смерчи, пыльные вихри

Даётся введение в термодинамически и динамически общую теорию интенсивных атмосферных вихрей конвективной природы: тропических циклонов (ураганов), смерчей (торнадо) и пыльных вихрей. Существующая термодинамически общая теория конвективных вихрей тесно связана с понятием тепловой машины Карно (см. [1]); важным ингредиентом будущей динамически общей, последовательной теории конвективных вихрей призвано, по мнению автора, стать понятие спиральности поля скорости (ср. [2]). Излагаются некоторые результаты статистического анализа интенсивных конвективных вихрей (напр. [3]), кратко обсуждаются вопросы генезиса вихрей и, как практическое следствие, их потенциальной предсказуемости.

1. Rennó N.O. A thermodynamically general theory for convective vortices // *Tellus* 2008. V. 60A, № 4. P. 688-699.
2. Курганский М.В. Введение в крупномасштабную динамику атмосферы (Адиабатические инварианты и их применение). СПб: Гидрометеоиздат, 1993. 168 с.
3. Dotzek N., Kurgansky M.V., Grieser J., Feuerstein B., Névir P. Observational evidence for exponential tornado intensity distributions over specific kinetic energy // *Geophys. Res. Lett.* 2005. V. 32, L24813.

Общие закономерности ветрового режима нижней атмосферы по данным измерений в Москве

Локощенко М.А.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Географический факультет
loko@geogr.msu.su

ключевые слова:

измерения ветра, содарные данные, статистические оценки

Измерения ветрового режима необходимы и для фундаментальных, и для прикладных задач. Скорость V и направление ветра измеряются на наземной сети (в Москве - 5 станций) на уровне 10-15 м с помощью анеморумбометров, автоматических станций, а также флюгером Вильда. Регулярные измерения ветра на больших высотах серийными приборами производятся в Москве также на телебашне в Останкино, радиозондами в ЦАО и содаром «MODOS» в МГУ. Проблемой наземных измерений в городах служит растущая плотность застройки, в силу чего многолетние ряды данных о V не полностью однородны. Кажущееся уменьшение среднегодовой V в Москве не подтверждается измерениями в открытой сельской местности. В среднем за год V составляет в столице по данным МГУ около 2,7 м/с [1]. Преобладает юго-западное направление ветра [2].

Максимум в годовом ходе V наблюдается в холодное время, а минимум - в тёплое, когда западный перенос ослабевает. Суточный ход V чётко выражен с марта по октябрь и сглажен поздней осенью и зимой: в приземном слое наибольшие значения - днём и наименьшие - ночью; в вышележащих слоях - наоборот. По содарным данным, высота обращения в Москве в среднем равна 80-90 м (от 60 до 110 м в разные сезоны). Распределение значений V в нижнем 500 м слое характеризуется положительной асимметрией и близостью к логарифмически нормальному закону. Наибольшая V в среднем за 10 минут составила в МГУ за период 1966-2011 г. на уровне 15 м 12 м/с, а наибольший мгновенный порыв - 28 м/с (25 июня 1984 г.). Таким образом, в обозримом прошлом в столице никогда не отмечался ураган, а стихийные бедствия 21 июня 1998 и 24 июля 2001 г. были вызваны резкими шквалистыми усилениями ветра. По содарным данным, наибольшая V в среднем за 10 минут составила 35 м/с - в слое воздуха до 500 м за период 2004-2011 г. В спектральной плотности содарных данных о скорости часто прослеживается статистически достоверный максимум изменчивости с периодом от 5 до 7 дней, предположительно связанный с естественным синоптическим периодом.

1.Справочник эколого-климатических характеристик г. Москвы (по наблюдениям Метеорологической обсерватории МГУ), под редакцией А.А.Исаева, том 1. М., МГУ, 2003, 300 с.

2.Локощенко М.А. Содары и их использование в метеорологии. М., Мир измерений, 2009, № 6(100), стр.21-29

ЛЕКЦИИ

Оценки суммарных выбросов пирокластических продуктов при эксплозивных вулканических извержениях с использованием моделей атмосферного переноса

Моисеенко К.Б.¹, Малик Н.А.²

¹Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН

²Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

konst.dvina@mail.ru

ключевые слова:

Численное моделирование, вулканический пепел, атмосферный перенос

Мощные вулканические извержения эксплозивного типа сопровождаются выбросом в атмосферу большого количества тефры (термин, введенный S. Thorarinsson [1]) - обломочных образований, имеющих признаки воздушной транспортировки из кратера. По размерам частиц тефра подразделяется на бомбы (>50 мм), лапилли (2 - 50 мм) и вулканический пепел (< 2 мм). В процессе извержения, вовлечение окружающего воздуха и его нагрев в результате контакта с сильно разогретыми вулканическими породами (пирокластикой) и газами приводит к формированию эруптивной колонны, в которой частицы тефры в восходящих конвективных течениях выносятся на значительные высоты (в отдельных случаях до 20 км и выше) [2] и далее вовлекаются в системы атмосферных движений различных масштабов.

Целью работы являлось количественное исследование основных факторов, определяющих условия распространения вулканического пепла в атмосфере и его осаждение на подстилающую поверхность на масштабах первых десятков - сотен километров от очага извержения, в приложении к задаче оценки суммарной массы (объёма) изверженного пирокластического материала. Определение данной величины имеет большое практическое значение в вулканологии, как часть оценки суммарного геологического эффекта извержения, который складывается из массы всех изверженных пород.

Рассматривались четыре эпизода эксплозивной деятельности камчатских вулканов Безымянный (25 декабря 2006 г., 16 декабря 2009 г.), Карымский (21 апреля 2007 г.) и Кизимен (12 января 2011 г.), сопровождавшихся формированием мощных шлейфов продуктов извержений и пеплопадами в подветренной зоне. Моделирование процессов переноса и осаждения пепла осуществлялось на основе численной гидродинамической модели атмосферы RAMS и лагранжевой дисперсионной модели HYPACT. Стандартный код модели HYPACT был дополнен блоком осаждения пепловых частиц [3].

Результаты модельных расчётов были сопоставлены с данными прямых измерений плотности осаждённого пепла и независимыми оценками мощности извержений.

1. Thorarinsson, S. (1954), The eruption of Hekla, 1947-48II, 3, The tephra-fall from Hekla, March 29th, 1947, Visindafélag Íslandinga. P.1-3.

2. Bursik, M. (1998). Tephra dispersal. Geological Society, London, Special Publications. V.145. P.115-144. DOI: 10.1144/GSL.SP.1996.145.01.07

3. Dellino, P., D. Mele, R. Bonasia, G. Braia, L. La Volpe, and R. Sulpizio (2005), The analysis of the influence of pumice shape on its terminal velocity, Geophys. Res. Lett., V.32, L21306, doi:10.1029/2005GL023

Насколько сложными должны быть модели биосферы суши используемые в климатических моделях?

Бровкин В.А.

Институт метеорологии общества Макса Планка
victor.brovkin@zmaw.de

ключевые слова:

модели биосферы суши, углеродный цикл, климатические изменения

Традиционно, параметризации процессов поверхности суши в моделях климата были разработаны для описания влаго- и теплообмена между поверхностью и атмосферой. Позднее в число моделируемых механизмов вошли процессы фотосинтеза, дыхания растений и почвы, изменения запасов углерода и т.п. Модели биосферы суши продолжают активно развиваться. Использование спутниковых данных и локальных (trait) измерений для тестирования становится частью стратегии развития модели. Насколько важны новые компоненты в моделях суши? Развитие моделей биосферы суши будет рассмотрено на примере модели JSBACH. JSBACH является сухопутным компонентом модели Земной системы института Макса Планка (MPI-ESM), которая включает в себя ECHAM6 и MPIOM/HAMOCC как атмосферную и океаническую компоненты. Будет представлен текущий прогресс в развитии JSBACH, включая динамическую модель растительности, модели пожаров, болот, а также циклов азота и фосфора. Модель MPI-ESM приняла участие в недавно законченном сравнении моделей климатических изменений CMIP5. Будут доложены результаты расчетов изменения климата, распределения растительного покрова и запасов углерода суши для избранных сценариев развития. Будет также рассмотрено влияние прогнозируемых изменений землепользования на климат через биофизические и биогеохимические механизмы. Положительная обратная связь между климатом и атмосферной концентацией CO₂ в MPI-ESM будет сравнена с некоторыми другими CMIP5-моделями, включающими интерактивный углеродный цикл.

ЛЕКЦИИ

Моделирование и прогноз естественных колебаний климата на временных масштабах 5-30 лет

Володин Е.М.

Институт вычислительной математики РАН
volodinev@gmail.com

ключевые слова:

климат, естественные колебания, прогноз

В последние годы в ведущих центрах по моделированию климата помимо традиционного моделирования изменений климата как отклика на изменение внешних воздействий, стало развиваться моделирование и прогноз естественных колебаний климата на временных масштабах 5-30 лет. Такой прогноз возможен, если в климатической системе существуют процессы, относительно независимые от хаотического поведения всей климатической системы, и на которые приходится заметная часть всей дисперсии. Это, как правило, процессы в океане, или явления, связанные со взаимодействием океана и атмосферы. Ярким примером такого явления на временных масштабах порядка года является Эль-Ниньо. Рассматриваются несколько явлений, благодаря которым существует предсказуемость на 5-30 лет. Это Тихоокеанское декадное колебание, температурные или соленостные волны типа волн Россби в океане умеренных широт, взаимодействие Атлантики и Северного ледовитого океанов. Рассматривается прогноз некоторых из этих явлений с помощью модели климатической системы.

Изменения климата и статистика экстремальных событий

Голицын Г.С.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
gsg@ifaran.ru

ключевые слова:

изменения климата, экстремальные погодные явления

1990-1999 годы были объявлены Организацией объединенных наций декадой борьбы с природными катастрофами. По данным ООН за эту декаду ущерб от землетрясений, цунами и других явлений, связанных с геодинамикой более или менее не изменялся, в то время как ущерб от погодных явлений увеличился примерно вдвое. Будет дан обзор основных природных явлений: ураганов, сильных ветров, осадков, наводнений и того, какие их изменения можно ожидать в изменяющемся климате, ведь климат - это статистика погод!

ЛЕКЦИИ

Влияние солнечной активности на климат: возможные механизмы воздействия и результаты моделирования

Елисеев А.В., Мохов И.И.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

eliseev@ifaran.ru

ключевые слова:

изменения климата, солнечная активность, моделирование

Анализируются механизмы воздействия солнечной активности на климат и их вклад в климатические вариации последних столетий и XXI века. По современным оценкам, вклад радиационного возмущающего воздействия (РВВ) из-за интегрального по спектру изменения потока солнечной радиации в климатические изменения последних десятилетий относительно мал. Приводятся оценки его вклада в климатические вариации XXI века относительно РВВ, связанного с антропогенным воздействием на климат. В ряде атмосферных моделей учитывается косвенный механизм климатического воздействия солнечной активности, связанный с влиянием ультрафиолетового излучения и потока энергетических частиц на содержание О₃ в атмосфере с развитием соответствующего РВВ. Ещё один косвенный механизм связан с возможным влиянием космических лучей (потока которых модулируется солнечным ветром) на число ядер конденсации в атмосфере и, следовательно, на характеристики облачности.

Мохов И.И., Безверхний В.А., Елисеев А.В., Карпенко А.А. Модельные оценки возможных климатических изменений в XXI веке при различных сценариях солнечной и вулканической активности и антропогенных воздействий // Космические исследования, 2008, 46 (4), 363-367. Benestad R.E. Solar Activity and Earth's Climate. N.Y.: Springer. 2006. 331 pp. Gray L.J., Beer J., Geller M., et al. Solar influences on climate // Rev. Geophys., 2010, 48 (4), RG4001.

Моделирование изменений цикла углерода в океане при различных сценариях будущего климата

Ильина Т.П.

Институт метеорологии общества Макса Планка
tatiana.ilyina@zmaw.de

ключевые слова:

углеродный цикл океана, окисление океана

Океан является важным резервуаром углерода, поглотившим около 40% углекислого газа, производимого человеком. Повышение выбросов CO₂ в атмосферу и его поглощение океаном ведет к тому что биогеохимический цикл углерода в океане меняется. Одно из этих изменений - окисление океана, уже привело к тому что pH морской воды уменьшилось на 0.1 единицы по сравнению с доиндустриальными значениями. Как ожидается, pH сократится еще на 0.4 единицы до 2100 года согласно расчетам моделей. В результате окисления океана также понизилось содержание карбонатных ионов в морской воде. В краткосрочной перспективе это может иметь негативные последствия для многих кальцифицирующих организмов. По мере того как антропогенный CO₂ проникает в глубины океана, карбонат кальция в воде и в седиментных отложениях растворяется, тем самым нейтрализуя CO₂. Таким образом, в долгосрочной перспективе, растворение карбонатных отложений может смягчить эффект окисления океана. Наши исследования по изучению углеродного цикла океана основаны на использовании глобальной модели HAMOCC, которая является компонентой модели климата Института Метеорологии Макс Планка (MPI-ESM). В презентации будут представлены прогнозы изменений химии океана, посчитанные для различных сценариев будущего климата.

ЛЕКЦИИ

Разномасштабные короткоживущие факторы потепления климата в атмосфере

Кароль И.Л.¹, Киселев А.А.¹, Фролькис В.А.^{2,1}

¹ Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова

² Государственный университет путей сообщения

karol@main.mgo.rssi.ru

ключевые слова:

климат, аэрозоли, тропосферный озон

Представлен обзор результатов исследований радиационно активных примесей в атмосфере со сроками их пребывания в атмосфере в несколько суток, недель, месяцев. Среди таких примесей почти все тропосферные аэрозоли, прежде всего: сажа, органические аэрозоли, продукты сжигания биомассы, сульфатные аэрозоли, а также тропосферный озон и соединения азота. Сажа и тропосферный озон могут производить заметный парниковый эффект и потому привлекают к себе особое внимание. Рассмотрены основные физико-химические свойства влияющих на климат тропосферных аэрозолей, которые существенно определяют их атмосферные циклы, а также их источники и стоки. Приведены оценки текущих и ожидаемых уровней воздействия короткоживущих факторов в сравнении с эффектами средне- и долгоживущих парниковых газов, а также с эффектами "сверхкороткоживущего", но самого "мощного" парникового газа - водяного пара. Обсуждается зависимость вышеуказанных эффектов от различных сценариев антропогенных выбросов парниковых газов в XXI веке.

Климатические проблемы: анамнез, анализ, диагноз, прогноз

Мохов И.И.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
mokhov@ifaran.ru

ключевые слова:

климат, земная климатическая система

Обсуждаются климатические проблемы и возможные пути их решения.

Выделяются ключевые современные глобальные и региональные климатические проблемы и задачи. Вопросы анализа и диагноза современных изменений климата обсуждаются в сопоставлении с вопросами анамнеза (на основе палеорекоkonструкций и других данных) и прогноза (на основе модельных расчетов и экстраполяций).*

Обсуждается взаимосвязь ключевых климатических процессов в земной климатической системе. Оценивается сравнительный вклад в климатические изменения естественных и антропогенных факторов. В том числе обсуждается проблема предельно допустимых воздействий на климатическую систему, при превышении которых качественно меняется динамика глобального и регионального климата.

*

Анамнез (от греч. ἀνάμνησις – воспоминание).

Анализ (греч. ἀνάλυσις – разделение целого на его составляющие).

Диагноз (греч. διάγνωσις – распознавание).

Прогноз (греч. πρόγνωσις – предсказание).

ЛЕКЦИИ

Построение прогностических моделей климатических систем: прогноз критических переходов в динамике Эль-Ниньо.

Мухин Д.Н., Лоскутов Е.М., Гаврилов А.С., Фейгин А.М.

Институт прикладной физики РАН

mukhin@appl.sci-nnov.ru

ключевые слова:

прогноз критических переходов, стохастические модели, моделирование климата

Рассматривается задача долгосрочного прогноза критических переходов в поведении ENSO (El Niño Southern Oscillation) системы по наблюдаемым временным рядам. Предлагается подход, основанный на построении низкоразмерных эмпирических моделей оператора эволюции системы, путем прямого анализа данных измерений, без привлечения уравнений из первых принципов. Модели строятся (Loskutov et al., Phys. Rev. E, 2012) в виде случайных динамических систем, параметризованных с помощью искусственных нейронных сетей. Ключевым при таком подходе является вопрос выбора фазового пространства для моделирования оператора эволюции, то есть необходимо решать задачу реконструкции фазовых переменных, оптимальных с точки зрения моделирования. В условиях, когда данные представляют собой временные ряды пространственных полей, такая задача не является тривиальной. В докладе предложен способ реконструкции фазовых переменных, основанный на разложении массива имеющихся данных по базису пространственно-временных эмпирических ортогональных функций. На примере временных рядов, полученных с помощью модели ENSO в виде системы уравнений в частных производных (Jin and Neelin, JAS 1993), показано, что низкоразмерная проекция фазового пространства системы, построенная на основе такого разложения, оказывается удачной для моделирования оператора эволюции. В частности, продемонстрирована возможность корректного прогноза поведения системы на времена, превышающие продолжительность наблюдаемого временного ряда, включая прогноз эволюции инвариантной меры системы, предсказание критических переходов, а также прогноз эволюции спектральной плотности исследуемого процесса.

Y. I. Molokov, E. M. Loskutov, D. N. Mukhin, and A. M. Feigin, 2012: Phys. Rev. E 85, 036216
Jin, F.-F., and J. D. Neelin, 1993: J. Atmos. Sci., 50, 3477 -3503

Стохастическая реконструкция динамических систем для долгосрочного прогноза критических переходов

Фейгин А.М.

Институт прикладной физики РАН
feigin@appl.sci-nnov.ru

ключевые слова:

стохастическое моделирование сложных систем, долгосрочный прогноз критических переходов, явление Эль-Ниньо

Большинство природных систем являются высоко размерными и открытыми (подверженными внешним воздействиям) и демонстрируют сложное мультимасштабное поведение. Очень часто математические модели таких систем, построенные на основании первых принципов, недостаточно адекватны или отсутствуют вовсе, а построение детерминированных моделей путем прямого анализа наблюдаемой эволюции оказывается принципиально невозможным. Возможным выходом является детерминированное низко размерное описание «грубых» динамических свойств системы, в то время как остальные особенности ее поведения трактуются как стохастические возмущения.

В лекции обсуждается подход к построению оптимальных прогностических моделей, воспроизводящих основные динамические свойства системы, породившей наблюдаемый временной ряд. В рамках подхода, оператор эволюции системы представляется в форме случайной динамической системы, включающей детерминированную и стохастическую компоненты, параметризованные с помощью искусственных нейронных систем. Возможности низкоразмерных стохастических моделей демонстрируются на примерах долгосрочных прогнозов критических переходов, построенных по временным рядам поверхностной температуры океана (ПТО), измеренным в пространственно разнесенных точках. Используются временные ряды, сгенерированные моделью промежуточной сложности явления Эль-Ниньо/Южной осцилляции (ЭНЮО), предложенной Jin и Neelin (JN, [1,2]).

В модель JN были введены тренды параметров, соответствующие медленным изменениям внешних для исследуемой системы условий (таких, например, как глобальное потепление). Продемонстрировано, что скачки в качественном поведении могут быть предсказаны построенной низкоразмерной стохастической моделью на много лет вперед. Отметим, что "заблаговременность" прогноза превышает продолжительность наблюдаемого временного ряда, в то время как временной интервал корректного оперативного прогноза ЭНЮО составляет в настоящее время несколько месяцев [3].

[1] Jin, F.-F., & J. D. Neelin, 1993: Journal of the Atmospheric Sciences, 50, 3477 -3503.

[2] F.-F. Jin, J.D. Neelin & M. Ghil, 1994: Science, 264, 70 -72.

[3] IRI forecast plume, http://iri.columbia.edu/climate/ENSO/currentinfo/SST_table.html.

ЛЕКЦИИ

Электричество невозмущенной приземной атмосферы средних широт

Анисимов С.В.

Геофизическая обсерватория "Борок" Института физики Земли РАН
svan@borok.yar.ru

ключевые слова:

атмосферное электричество, аэроэлектрическое поле, электроаэродинамика

По данным непрерывных обсерваторских и полевых наблюдений исследована динамика электрического поля приземной атмосферы. Обнаружено, что ряд среднемесячных значений атмосферного электрического поля во временном интервале 1998 -2011 гг. стационарен относительно среднего значения. Показано, что годовой ход напряженности аэроэлектрического поля в средних широтах северного полушария имеет максимум в феврале -апреле и минимум в октябре -ноябре. Установлено, что суточный ход аэроэлектрического поля в средних широтах наиболее достоверно повторяет унитарную вариацию в зимние месяцы года. Замечено, что спектр вариаций аэроэлектрического поля содержит достоверные ($P>0.9$) квазигармоники с периодами 12 мес, 120 ч, 24 ч, 11 -14 ч, 1 ч, 25 -40 мин. Утверждается, что короткопериодные пульсации электрического поля имеют самоподобный степенной спектр с показателями наклона - (-2.2÷ -3.5). Исследована турбулентная природа короткопериодных аэроэлектрических пульсаций. Приведены примеры сетевых аэроэлектрических наблюдений.

Моделирование полей и токов грозового электрического генератора

Давыденко С.С., Мареев Е.А., Сергеев А.С.

Институт прикладной физики РАН
davyd@appl.sci-nnov.ru

ключевые слова:

Квазистационарные и импульсные поля грозового источника, глобальная электрическая цель, численное моделирование

Грозовые облака являются важнейшим элементом современной теории атмосферного электричества и вносят существенный вклад в глобальные и локальные электрические процессы в атмосфере. В этой связи анализ полей и токов грозового электрического генератора является весьма актуальной задачей, важной для решения как прямой (расчёт полей и токов заданного грозового источника в атмосфере), так и обратной (восстановление параметров грозового источника по наблюдениям атмосферного электромагнитного поля) задач электродинамики. При этом необходимо учитывать как стационарные, так и вспышечные электрические процессы в грозовом облаке. Для решения указанной задачи разработана численная модель электродинамики грозового облака, основанная на полной системе уравнений Максвелла, позволяющая в рамках единого подхода описывать как стационарные, так и переменные электрические поля и токи в окрестности грозового облака. Указанные уравнения решаются методом конечных разностей во временной области в предположении аксиальной симметрии задачи. В рамках модели учитываются такие важные особенности грозового электрического генератора, как многослойная квазистационарная электрическая структура, возмущение электрической проводимости внутри грозового облака, тонкая временная структура тока молниевых разряда. Рассматривается зависимость полей и токов грозового облака от параметров модели. Обсуждается возможность определения квазистационарной структуры грозового облака и параметров молниевых разрядов различного типа в рамках предложенной модели на основе данных радарных наблюдений грозовых облаков, а также наземного и баллонного измерения электрического поля. Предложенный подход позволяет построить динамическую картину электрических полей и токов как внутри, так и снаружи грозового облака, восстановить структуру электрических источников в облаке, вычислить запасённую в нём электрическую энергию и оценить полный ток от грозового облака к верхним слоям атмосферы.

ЛЕКЦИИ

Фрактальная динамика молниевых разрядов

Иудин Д.И.

Институт прикладной физики РАН
iudin_di@nirfi.sci-nnov.ru

ключевые слова:

грозовое облако, фрактальная динамика

Качественно динамика грозового облака производит впечатление самоорганизующегося и самонастраивающегося критического режима. Явления такого рода были объединены недавно общим наименованием систем с самоорганизованной критичностью (self-organized criticality). В режиме самоорганизованной критичности система оказывается сложной в том смысле, что для нее не существует единственного характерного размера событий: нет ни временного, ни линейного масштаба, которые бы управляли эволюцией системы. И хотя динамический отклик системы сложен, упрощающим аспектом поведения является то, что его статистические свойства описываются в некотором диапазоне параметров простыми степенными законами. Последнее обстоятельство делает актуальным применение в задачах моделирования грозового электричества современных методов фрактальной геометрии. Преимущество фрактальных методов состоит в возможности осуществлять оперативный анализ тех или иных наблюдательных данных, выявляя приближение момента перехода исследуемой неравновесной физической системы к точке бифуркации (например, приближение грозового облака к моменту разряда или образование зоны интенсивных осадков в облачной системе). Развивается фрактальный подход к моделированию молниевых разрядов. Эволюция внутриоблачного электрического поля является результатом взаимодействия процесса разделения зарядов, который увеличивает флуктуации поля, и разрядного процесса, который осуществляет диссипацию энергии поля. Обсуждается моделирование процесса формирования внутриоблачного электрического потенциала как обобщенного броуновского потенциального рельефа с вертикальной модуляцией, что позволяет обеспечить наблюдаемые в эксперименте степенные асимптотики вариаций поля и триплетную вертикальную структуру внутриоблачного заряда. Главной особенностью предлагаемого подхода к моделированию молниевых разрядов является иерархичность образующихся проводящих кластеров, что позволяет рассматривать их как своеобразные дренажные системы для сбора и нейтрализа

Особенности электродинамики грозового облака

Мареев Е.А.

Институт прикладной физики РАН
Evgeny.Mareev@gmail.com

ключевые слова:

гроза, облако, конвекция

Проблема возникновения и эволюции мощных конвективных облаков вертикального развития по-прежнему остается одной из наиболее актуальных и сложных проблем динамической метеорологии. Актуальность ее обусловлена теми опасными проявлениями, с которыми обычно связано формирование таких облаков и, соответственно, стремлением повысить точность и заблаговременность прогноза конвективных явлений. В последнее время стала актуальной также проблема эволюции режима конвективной облачности в условиях климатических изменений и адекватного учета конвективных явлений в климатических моделях высокого разрешения. Электризация облачных частиц и осадков, с одной стороны, усложняет моделирование динамики облака и понимание закономерностей его эволюции, а с другой - открывает дополнительные возможности для мониторинга конвективных явлений с использованием сравнительно простых дистанционных средств наблюдения. Поэтому в последнее время уделяется большое внимание изучению возможностей наблюдения за молниевой активностью для мониторинга интенсивности конвекции. В настоящей лекции предполагается обсудить закономерности эволюции электрической структуры грозовых облаков, уделив основное внимание ряду важных особенностей, которые были выявлены и стали предметом специальных исследований сравнительно недавно: многослойная и многоячейковая структура крупномасштабного электрического поля мощных грозовых облаков; быстрый (в течение 5-10 мин) рост электрического поля на начальной стадии электризации; изменения полярности наземного поля под грозовым облаком (в течение 30-60 мин) на стадии его распада. Последние наблюдения авторов в средних широтах выявили квазипериодические изменения крупномасштабного поля облака в точке наблюдения с периодом около 20 мин, связанное, по-видимому, не только с многоячейковой структурой, но и с динамикой электрической структуры облака. Все эти особенности детально изучены экспериментально в ходе измерительных кампаний 2009 - 2011 гг. и промоделированы теоретически.

**ДОКЛАДЫ
МОЛОДЫХ
УЧАСТНИКОВ**

Определение общего содержания озона в атмосфере с применением широкополосных фильтровых УФ фотометров

Агеева В.Ю., Турышев Л.Н., Светашев А.Г.

Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы БГУ
Ageyevavv@tut.by

ключевые слова:
озон

Особая роль озона связана с характером его спектра поглощения. Он не пропускает к поверхности Земли губительное солнечное излучение и регулирует поступление биологически активного. Тепло, которое возникает при поглощении озоном УФИ, в значительной степени определяет температурный профиль атмосферы. Целью данной работы является разработка методики определения значения общего содержания озона (ОСО) на основе интегральных спектров энергетической освещенности суммарного солнечного излучения, измеренных с помощью двухканального сетевого фильтрового фотометра ДФУФФ. Один из подходов позволяет получить значения ОСО, используя отношение энергетических освещенностей двух спектральных диапазонов, один из которых попадает в область достаточно сильного поглощения атмосферного озона, а другой - находится вне этой области. Особенностью метода является одновременная регистрация излучения из всей небесной полусферы в двух спектральных интервалах полушириной 20 нм. Такой подход обеспечивает ряд преимуществ: отсутствие сложностей, связанных с работой систем наведения и слежения за солнцем, возможность проведения измерений при наличии облачности, а так же устойчивость к флуктуациям атмосферы. На основе анализа экспериментальных данных и теоретических расчетов моделей атмосферы проведено исследование возможностей измерения общего содержания озона по интегральным спектрам энергетической освещенности суммарного солнечного излучения, измеренных с помощью двухканального сетевого фильтрового фотометра ДФУФФ. Проведена оценка погрешностей измерений и предварительная калибровка полученных значений ОСО по спектро радиометру ПИОН-УФ. Результаты измерений сопоставлены с данными спутниковых измерений ОСО за период с 2009 по 2011 гг. Среднеквадратичное отклонение результатов не превышает 4 %. Показано, что расширение рабочих спектральных интервалов до 20нм повышает устойчивость метода к изменению параметров атмосферы и снижает требования к характеристикам прибора.

Восстановление высотного профиля концентрации озона по данным радиометрических измерений в микроволновом диапазоне

Беликович М.В., Мухин Д.Н., Фейгин А.М.

Институт прикладной физики РАН
belikovich@appl.sci-nnov.ru

ключевые слова:
озон, обратные задачи

Стратосферный озон имеет большое значение для здоровья человека, несмотря на то, что он является малой составляющей атмосферы. Озон поглощает большую часть ультрафиолетового излучения Солнца. На данный момент имеются данные, указывающие на постепенное истощение озонового слоя Земли. Поэтому его исследование и мониторинг являются важными и насущными задачами.

Одним из методов измерения вертикальных профилей концентраций малых газовых составляющих является пассивное радиозондирование в резонансных линиях их собственного излучения, лежащих в микроволновом диапазоне длин волн. Спектр линии собственного излучения газовой составляющей, наблюдаемый с Земли, определяется профилем ее концентрации и профилями атмосферных параметров в вышележащем слое. Таким образом, зная профили температуры и давления, можно по спектру излучения атмосферы, измеренному с земной поверхности в полосе собственного излучения озона, узнать о его распределении в стратосфере. Восстановление профиля малой газовой составляющей по принятому спектру излучения является некорректной обратной задачей, поскольку включает в себя решение нелинейного интегрального уравнения.

В докладе представлен Байесов метод решения данной задачи, использующий различные параметризации искомого профиля. В частности, проведено сравнение традиционно используемой кусочно-линейной аппроксимации профиля с аппроксимацией функцией в виде искусственной нейронной сети. Для данных параметризаций предложен алгоритм регуляризации решения, основанный на построении функций априорных плотностей вероятности параметров. Описаны некоторые алгоритмические моменты, связанные с обработкой большого количества спектральных каналов. Представлены результаты восстановления профилей озона по данным измерительной кампании, проведенной ИПФ РАН в январе 2012 года. На основе сравнения с имеющимися спутниковыми данными, делается вывод о возможностях метода, и приводятся предложения по его улучшению.

1. D.N. Mukhin, A.M. Feigin, Ya.I. Molkov, E.V. Suvorov Bayesian approach to retrieval of vertical ozone profile from radiometry data // *Advances in Space Research* 2006. V. 37, P. 2292-2298.

Использование спутниковых данных по тропосферному содержанию диоксида азота для валидации многолетних изменений эмиссий диоксида углерода

Березин Е.В.¹, Коновалов И.Б.¹, Суаис Ф.²

¹Институт прикладной физики РАН

²Национальный центр научных исследований, Франция
e.berezin@appl.sci-nnov.ru

ключевые слова:

диоксид углерода, эмиссии, обратное моделирование

Достоверное знание эмиссий диоксида углерода (CO₂) является одним из определяющих условий выработки надежных климатических прогнозов. Однако имеющаяся информация о количестве выбрасываемого в атмосферу углекислого газа зачастую является недостаточно точной. Валидация и уточнение данных по эмиссиям CO₂ на основе измерений затруднены вследствие большого времени жизни данного вещества и, соответственно, малого уровня возмущений фонового уровня, определяемых выбросами в конкретных регионах.

Данная работа нацелена на исследование возможностей валидации данных по эмиссиям CO₂ на основе спутниковых измерений тропосферного содержания диоксида азота (NO₂). Идея состоит в том, что большая часть эмиссий оксидов азота (NO_x) и CO₂ имеет общие источники, связанные с определенными типами экономической активности. Тем самым измерения NO₂ несут опосредованную информацию об источниках CO₂. В настоящей работе указанная идея применена для валидации многолетних данных по эмиссиям CO₂ в Китае. В частности, выполнено сравнение оценок эмиссий CO₂, полученных путем "обращения" данных спутниковых измерений тропосферного содержания NO₂ на основе применения химическо-транспортной модели (XTM) и соотношений факторов эмиссий NO_x и CO₂, с данными глобальных кадастров эмиссий EDGAR и GCP, а также одного из национальных кадастров эмиссий. В ходе исследования использовались спутниковые измерения, выполненные приборами GOME и SCIAMACHY, а также результаты расчетов на основе мезомасштабной XTM CHIMERE. Проведенный анализ показал, что в согласии с данными кадастров эмиссий, полученные измерительные оценки эмиссий CO₂ демонстрируют ускоряющийся рост в период с 1996 по 2008 гг. Однако, полученные результаты показывают также, что скорость роста эмиссий CO₂ по данным кадастров эмиссий в период с 1996 по 2002 гг. вероятно сильно занижена.

Работа выполнена при поддержке грантов Правительства Российской Федерации (договоры № 11.G34.31.0014 и № 11.G34.31.0048).

О временной изменчивости содержания NO₂ в атмосфере по данным многолетних наблюдений на Северном Кавказе

Боровский А.Н., Арабов А.Я., Еланский Н.Ф., Елохов А.С.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

barrou@tut.by

ключевые слова:

диоксид азота, прямое солнечное излучение, Северный Кавказ

В работе представлен уникальный по продолжительности ряд наблюдений общего содержания NO₂ по прямому солнечному излучению, обработанный по единой методике. Данные получены на Кисловодской Высокогорной Научной Станции (КВНС) Института физики атмосферы (43.7N, 42.7E), расположенной на высоте 2070 м над уровнем моря, в период с 1981 по 2008 гг.

Регистрация спектров проводилась сканирующим спектрофотометром на базе монохроматора МДР-3 в диапазоне длин волн с 434-452 нм со спектральным разрешением 0.4 нм. До 2000 года запись спектров производилась самописцем. Последующая оцифровка данных позволила получить значения интенсивности солнечного спектра на 5 длинах волн (434.8, 437.9, 438.9, 441.2, 442.0 нм). В 2000 году была проведена модернизация измерительного комплекса, которая заключалась во введении в состав комплекса персонального компьютера. Это позволило не только частично автоматизировать процесс измерений, но и оцифровывать весь рабочий спектральный диапазон 434-452 нм с шагом 0.01нм. Оцифровка всего рабочего диапазона привела к уменьшению ошибки восстановления содержания NO₂.

Сравнением данных, полученных на КВНС, с данными других станций была определена и учтена систематическая погрешность в ОС NO₂, которая связана с техническими сложностями наблюдений, проводившихся до модернизации измерительного комплекса в 2000 г.

В результате получен сезонный ход утренних и вечерних значений NO₂, а также сезонный ход относительной разности этих значений. Выделена изменчивость содержания NO₂, связанная с 11-летним циклом солнечной активности, определено влияние извержений вулканов на значения NO₂. Большая продолжительность наблюдений позволила выявить влияние таких явлений на ОС NO₂, как КДЦ и Эль-Ниньо, а также позволила определить тренд изменчивости NO₂ за период наблюдений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 10-05-90014-Бел_a.

Моделирование облученности земной поверхности в ультрафиолетовой и фотосинтетически-активных областях спектра с учетом динамики стратосферного озона и метеорологических факторов

Бородко С.К.^{1,2}, Агеева В.Ю.², Красовский А.Н.^{3,2}

¹Белорусский государственный университет, Физический факультет

²Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы БГУ

³Белорусский государственный университет, Географический факультет

barodka@bsu.by

ключевые слова:

ультрафиолетовое излучение, озон, моделирование

В виду исключительной роли ультрафиолетовой (УФ) и фотосинтетически-активной (ФАР) радиации в биологических процессах, ее анализ и прогнозирование представляет собой актуальную задачу. В данной области спектра общее содержание озона (ОСО) и облачность являются основными факторами, влияющими на облученность земной поверхности.

На основе модели WRF-Chem, была разработана система моделирования динамики стратосферного озона, использовавшаяся в исследовании озоновых аномалий [1]. При этом WRF-Chem была адаптирована для воспроизведения переноса озона как активного трассера, с учётом изменения распределения озона в схемах переноса излучения. В рамках данного исследования различные схемы параметризации переноса излучения в WRF-Chem были модифицированы для получения облученности земной поверхности в ряде спектральных интервалов УФ и ФАР. Таким образом, в рамках одной системы осуществляется моделирование стратосферной динамики и переноса озона, метеорологических процессов, а также переноса излучения в атмосфере с учетом текущего распределения озона и состояния облачности. Рассмотрено несколько случаев прохождения озоновых аномалий над территорией Беларуси в сочетании с различными метеорологическими условиями. Полученные в моделировании распределения облученности земной поверхности УФ и ФАР показали хорошее соответствие экспериментальным данным, полученным на Минской озонометрической станции, в регионе озера Нарочь, а также данным других станций и спутниковых наблюдений. Результаты соответствуют данным реанализа и превосходят выводы статистического прогноза. Для организации оперативного прогнозирования с помощью полученной модели необходимо формирование исходных данных, включающих текущее распределение озона. С этой целью разрабатывается методика усвоения данных для совмещения наземных и спутниковых наблюдений с доступными в реальном времени данными глобальных моделей, а также рассматривается возможность сочетания усвоения данных наблюдений с методами статистического анализа ОСО.

1. Бородко С.К., Жучкевич В.В. Взаимодействие озоновых аномалий и барических образований в мезомасштабном моделировании // Тезисы XV Всероссийской школы-конференции молодых ученых "Состав атмосферы, атмосферное электричество, климатические процессы" (САТЭП-2011), Борок, 2011

Оценка влияния аппаратных и методических факторов на точность определения содержания двуокиси азота в столбе атмосферы

Бручковский И. И.¹, Демин В. С.¹, Боровский А. Н.²

¹Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы БГУ

²Институт физики атмосферы им. Обухова РАН

bruchkovsky2010@yandex.ru

ключевые слова:

содержание двуокиси азота, DOAS, дифференциальная оптическая абсорбционная спектроскопия

Значительное влияние на состав атмосферы и, следовательно, на климат и здоровье человека оказывают антропогенные выбросы окислов азота связанные со сгоранием органического топлива. Двуокись азота является одним из сильнейших загрязнителей атмосферы.

Для осуществления мониторинга состояния атмосферы разработан автоматизированный прибор на базе спектрографа ORIEL MS257 с охлаждаемой ПЗС матрицей Andor Technology, рабочий спектральный диапазон 402-480 нм, FWHM = 0.5 нм. Этот прибор способен регистрировать спектры рассеянного солнечного света в диапазоне углов возвышения 0° - 90°. Кроме того на минской озонометрической станции с 2010 года работает автоматизированный комплекс на базе спектрографа ORIEL MS260 рабочий спектральный диапазон 400-490 нм, FWHM = 0.7 нм, который регистрирует спектры рассеянного солнечного света из зенита. Таким образом, появляется возможность анализа одновременно измеренных наклонных содержаний двуокиси азота из различных областей небесной сферы.

Проведен анализ спектров за период с 03.2011 по 08.2011. Разработана процедура предварительной оценки качества данных и их коррекции.

С использованием пакета WIN DOAS восстановлено наклонное содержание двуокиси азота, водяного пара, озона, и димера кислорода для разных метеоусловий. Исследовано влияние выбора входной оптики, ширины спектрального интервала, ширины аппаратной функции, способов предварительной обработки сырых спектров на точность определения содержания двуокиси азота в столбе атмосферы.

Показано, что для конкретной системы существует оптимальная ширина спектрального диапазона, минимизирующая погрешность измерений.

Прогнозирование распространения загрязнений в атмосфере на основе математического моделирования и наземных инструментальных измерений

Власова Ю.В., Рублев А.Н.

НИЦ "Планета"
volhonoko@mail.ru

ключевые слова:

аэрозоль, прогнозирование, моделирование

Попадание больших масс аэрозоля в атмосферу представляет собой угрозу для здоровья населения, экологии и полетов авиации, поэтому движение и трансформация таких облаков должны отслеживаться для информирования соответствующих служб и ведомств об их координатах и параметрах. Извержения исландских вулканов показали желательность разработки специального программного комплекса для прогнозирования распространения загрязняющих примесей в атмосфере, который позволял бы использовать дополнительную информацию из различных источников о концентрации пепла в некоторой точке вулканического шлейфа. Знание фактических концентраций в одной или нескольких точках пространства позволяет уточнить расчетное пространственно-временное распределение концентраций. Это уменьшает ошибку расчетов из-за весьма приблизительной оценки массы вещества, выбрасываемого в атмосферу при извержении. Из-за наличия временного лага между появлением вулканического облака исландских вулканов над Западной Европой и Россией, появляется возможность уточнить прогноз дальнейшего распространения шлейфа и заблаговременно понять, нужно ли принимать меры для обеспечения безопасности полетов авиации аналогичные мерам, принятым западноевропейскими властями при прохождении облаков пепла над их территорией. Такой комплекс, получивший название FlexPart&FlexGraph, была разработан в НИЦ «Планета». Он может использоваться для информирования соответствующих служб для уменьшения ущерба от экологических или иных нежелательных последствий, вызванных крупномасштабными возмущениями атмосферы. Кроме того, FlexPart&FlexGraph может быть полезен для разработки и валидации результатов обработки ДДЗ, связанных с отслеживанием облака примеси и выделении его на фоне обычных облаков. В статье дано описание структуры комплекса и программной реализации, а также рассматриваются возможности использования данных наземных измерительных сетей по прозрачности атмосферы для уточнения прогноза распространения вулканического аэрозоля.

Метеорологическая обусловленность короткопериодных колебаний уровней PM₁₀

Глазкова А.А.

Гидрометцентр России

artamonova@mecom.ru

ключевые слова:

суточный ход, аэрозоль, загрязнение атмосферы

Обсуждаются особенности типового суточного хода концентрации PM₁₀, а также зависимость колебания уровня PM₁₀ от атмосферных процессов синоптического масштаба и локальных метеорологических условий. Проводится сравнение PM₁₀ в Московском регионе с данными на некоторых зарубежных европейских станциях.

В работе использованы данные наблюдений на автоматизированных станциях контроля за загрязнением атмосферы ГПУ «Мосэкомониторинг» (<http://www.mosecom.ru/>).

Влияние метеорологических условий на загрязнение воздушного бассейна г. Москвы

Горчилина А.А.^{1,2}, Ракитин В.С.¹, Фокеева Е.В.¹, Гречко Е.И.¹

¹Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

²Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
Aniattik@mail.ru

ключевые слова:

монооксид углерода, спектроскопический метод, вариации общего содержания и концентрации.

Применение спектроскопического метода измерения полного содержания газа в толще атмосферы позволяет определить тренд загрязнения воздуха над городом. Общее содержание СО в толще атмосферы над Москвой с 1986 г. не возросло, несмотря на многократное увеличение числа автомобилей в городе. В последние годы наметилась тенденция к уменьшению содержания СО, как городского, так и фоновое. Отсутствие роста городской части содержания объясняется, по-видимому, мерами, направленными на сокращение выбросов автотранспорта и изменением его качественного состава, а также сокращением промышленных выбросов в связи с закрытием большинства промышленных предприятий города [1].

Вариации содержания окиси углерода в толще атмосферы в Москве зависят в основном от скорости ветра и температурных инверсий, и в меньшей степени - от вариаций мощности локальных городских источников. Экстремальные величины содержания СО наблюдаются, как правило, в холодное время года и только при слабой скорости ветра [2].

Использование результатов акустического зондирования позволили выявить характер связи величин загрязнения с метеорологическими условиями в слое перемешивания. Коэффициент корреляции городской части содержания и обратной скорости ветра в слое 100-180 м для холодного периода существенно выше, чем для теплого ($R^2=0,5$ и $R^2=0,1$ соответственно), что для летних условий объясняется преобладанием конвективного перемешивания и выносом примеси выше слоя, доступного измерениям с помощью содара.

В работе представлен анализ суточных вариаций общего содержания и концентрации СО для Москвы (ИФА) и ЗНС, в зависимости от метеорологических условий. Влияние источников Москвы на региональное загрязнение атмосферы на примере ЗНС оказалось невелико ($\leq 3\%$ случаев от всех случаев измерений приводят к $\leq 10\%$ превышению фонового содержания СО на ЗНС).

1. Фокеева Е.В., Гречко Е.И., Джола А.В., Ракитин В.С. Определение загрязнения атмосферы города Москвы окисью углерода спектроскопическим методом, Изв. РАН, ФАО, 2007, Т. 43, № 5, С.664-670.
2. Гречко Е.И., Джола А.В., Ракитин В.С., Фокеева Е.В., Кузнецов Р.Д. Вариации общего содержания окиси углерода и параметры атмосферного пограничного слоя в центре Москвы, Оптика атмосферы и океана, 2009, Т.22, № 3, С. 284-288.

Общее содержание озона над станцией Киев-Голосеев по данным наземных и спутниковых измерений

Грицай А.В., Милиневский Г.П.

Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко
a.grytsai@gmail.com

ключевые слова:

атмосферный озон, спектрофотометр Добсона, спутниковые измерения

Исследования общего содержания озона (ОСО) с помощью спектрофотометра Добсона на станции Киев-Голосеев начаты в мае 2010 г. С помощью данного прибора проводятся стандартные измерения по парам линий поглощения озона А, С и D по прямому Солнцу, ясному и облачному небу в зените. В данной работе анализируются результаты измерений ОСО, полученные на станции Киев-Голосеев в период 2010-2011 гг., и выполнено их сравнение с квазиодновременными спутниковыми наблюдениями. Известно, что состояние озонового слоя также контролируется с помощью глобальных спутниковых измерений, в которых главным образом анализируется рассеянное вверх ультрафиолетовое излучение Солнца. Для сравнения с наземными наблюдениями в работе использовались данные приборов OMI (спутник Aura) и SCIAMACHY (спутник Envisat), доступные на сайте <http://www.temis.nl/>. Оба спутника находятся на солнечно-синхронных орбитах с наклоном 98° и периодом обращения около 100 мин. Приборы производят сканирование в перпендикулярном к орбите направлении. Такая схема измерений позволяет получать данные вблизи заданного пункта раз в 2-4 дня в зависимости от широты наблюдений и максимального угла сканирования конкретного прибора с отклонением от места наблюдений спектрофотометром Добсона до 100 км. Это обеспечивает возможность качественного сравнения наземных и спутниковых данных. Результаты сравнения указывают на высокую точность измерений на станции Киев-Голосеев, полученных в паре линий AD, а также в паре CD по прямому Солнцу. Результаты, полученные в паре CD по ясному и, особенно, по облачному небу, заметно различаются. Имеет место занижение значений ОСО (до 20 единиц Добсона в случае CD наблюдений по облачному небу) и увеличение разброса разности между спутниковыми и наземными данными (среднеквадратическое отклонение от 9 до 15 единиц Добсона для разных типов измерений). Это обстоятельство может быть обусловлено неоднородностью облачности и близостью длин волн в парах С и D.

Метод определения облачного пропускания солнечной радиации в УФ диапазоне спектра с использованием данных различных спутниковых измерений и реанализа.

Жданова Е. Ю., Чубарова Н. Е., Незваль Е.И.

МГУ им. М.В.Ломоносова, Географический факультет
ekaterinazhdanova214@gmail.com

ключевые слова:

облачное пропускание УФ радиация, спутниковые данные

Задачей работы является усовершенствование метода оценки облачного пропускания УФ радиации (УФР). Для характеристики облачного пропускания используется величина SMF, равная отношению суммарной УФР в облачных условиях к суммарной УФР при ясном небе. Спутниковые данные позволяют получать большое количество информации в глобальном масштабе. Однако при их использовании для определения SMF возникает ряд проблем. Во-первых, в условиях высокой отражательной способности поверхности трудно разделить облачные пиксели и пиксели, занятые земной поверхностью с снежным покровом. При этом пиксель с высокой отражательной способностью может быть принят за облачный. Во-вторых, при протяженной облачности спутниковые измерения практически нечувствительны к влиянию альбеда поверхности. Однако в таких условиях у земной поверхности за счет эффектов многократного переотражения может наблюдаться разное изменение УФР в зависимости от величины альбеда поверхности. Поэтому при использовании спутниковых данных важно разделить влияние облачности и альбеда поверхности, особенно при ее высокой отражательной способности. Для решения данной проблемы предложен следующий метод: представление отражательной способности TOMS LER на длине волны 380 нм в виде двух частей: ясной (отражательная способность поверхности) и облачной (отражательная способность облаков), взятых с весовыми коэффициентами, определяемых по баллу нижней облачности. Для определения весовых коэффициентов проведено сравнение баз данных по баллу нижней облачности: реанализ ECMWF ERA-Interim, спутниковые данные ISCCP, CALIPSO-GOCCP. Для оценки качества предлагаемого метода использовались результаты многолетних измерений биологически активной эритемной УФР и УФР 300-380нм Метеорологической обсерватории МГУ. Для расчета величин SMF дополнительно использовались модельные расчеты УФР при ясном небе. Экспериментальные величины SMF сопоставлены с расчетами по предложенному методу, а также с результатами проекта COST 726

1. Eck T.F., Bhartia P.K., Kerr J.B. Satellite estimation of spectral surface UV irradiance using TOMS derived total ozone and UV reflectivity // J.Geophys.Res.Letters.,1995, v.22, 5, 611-614
2. COST action 726 Long term changes and climatology of UV radiation over Europe. Edited by Z.Litynska, P.Koepke, H. De Backer, J. Groebner, A. Schmalwieser and L. Vuilleumier, 2009

Полевые эксперименты по исследованию процессов переноса в ветропесчаном потоке

Карпов А.В., Горчаков Г.И., Копейкин В.М.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
karpov@ifaran.ru

ключевые слова:

минеральный аэрозоль, процессы переноса, сальтация

Минеральный аэрозоль, поступающий в атмосферу с подстилающей поверхности в аридных и полуаридных регионах, заметно влияет на радиационный режим атмосферы в региональном и глобальном масштабах. Однако процессы переноса в приповерхностном слое атмосферы и механизмы выноса аэрозоля в атмосферу до сих пор недостаточно изучены. В 2007 – 2011 гг. в Астраханской области нами выполнены комплексные полевые эксперименты по исследованию процессов переноса в ветропесчаном потоке на опустыненных территориях. С целью обеспечения полевых экспериментов была создана передвижная автомобильная лаборатория, комплекс полевой аппаратуры и информационно – регистрационный комплекс. На экспериментальных площадках в приземном слое атмосферы проводились круглосуточные измерения турбулентных пульсаций компонент скорости ветра и температура воздуха. В приземном и приповерхностном слоях атмосферы выполнены измерения функции распределения частиц субмикронного и грубодисперсного аэрозоля. С помощью четырехканального фотоэлектрического счетчика проводились измерения функции распределения сальтирующих песчинок по размерам. В нижнем слое сальтации методом скоростной видеосъемки регистрировались траектории сальтирующих песчинок. Выполнены измерения вертикальных профилей электрических токов сальтации и напряженности электрического поля.

Анализ данных комплексных измерений позволил изучить вариации целого ряда характеристик ветропесчаного потока. В частности, установлен вид функции распределения сальтирующих песчинок по размерам, установлены корреляционные связи между концентрациями сальтирующих песчинок на разных высотах, получены оценки плотности электрических токов сальтации на различных опустыненных территориях, выполнены прямые измерения плотности электрических зарядов на подстилающей поверхности, установлено соотношение между концентрациями частиц аэрозоля и сальтирующих песчинок (государственный заказник «Пески Берли»). Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 10-05-00280-а).

Авторы благодарят Г.А. Курбатова, Д.В. Бунтова и И.А. Злобина за помощь в проведении измерений.

Моделирование региональных аспектов переноса примесей на примере пыльцы березы

Курганский А.Р., Мостаманди С.В., Смышляев С.П.

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет
arkbb@yandex.ru

ключевые слова:

инертные примеси, пыльца березы, перенос примесей

Модель численного прогноза погоды WRF и модель переноса примесей (МПП), состыкованные в режиме оффлайн, использовались для моделирования переноса инертных примесей в региональном масштабе. WRF - мезомасштабная, гидростатическая модель, которая может быть использована как для оперативного прогнозирования, так и для атмосферных исследований. МПП - является универсальной моделью, и способна применяться для любой инертной примеси. В качестве примера примеси рассматривалась пыльца березы. По данным функции о средней и суммарной температуре определялась дата начала сезона цветения. На основании заданных источников пыльцы и их эмиссий приводятся оценки влияния переноса примеси с опасными значениями концентраций в северо-западный регион Российской Федерации за разные годы. Также оценивается вклад переноса частиц пыльцы с высоким значением концентрации в локальный сезон пыления.

Масс- спектрографическое исследование отрицательных ионов трифторуксусной кислоты в воде

Легкова Т.В.^{1,2}, Карпов Г.В.¹, Морозов И.И.¹

¹Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН

² Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
morozov@chph.ras.ru

ключевые слова:

фторированные кислоты, масс-спектрограф, кислые дожди

Фторированные кислоты играют большую роль в атмосфере. Они образуются в результате окисления в атмосфере фторсодержащих органических соединений. Далее они поглощаются атмосферной влагой и выпадают в составе кислых дождей. Поэтому чрезвычайно важно изучить их свойства в водной среде. С помощью метода электро-распыления были изучены ионы трифторуксусной кислоты в воде. Исследования проводились с помощью масс-спектрографа (МС). Раствор нейтрализованной трифторуксусной кислоты через металлический капилляр поступал в вакуумную систему масс-спектрографа. Между капилляром и входной диафрагмой МС прикладывалось высокое напряжение и при определенной скорости подачи раствора на выходном конце капилляра происходило распыление электролита. Температура подаваемого раствора и давление в МС поддерживались постоянными. Поскольку ионный ток в процессе распыления был не стабильным, поэтому использовался интегрирующий метод регистрации масс-спектров на фотопленку с последующей ее обработкой на микроденситометре. В результате опытов было установлено, что в растворе ТФК существует распределение отрицательных ионов по степени гидратации. Проанализировав полученный масс-спектр был сделан вывод о наличии водной серии, которая проявляется в том, что каждый ион окружен определенным количеством молекул воды. При обработке результатов установлено, что при гидратации молекулы воды присоединяются к кислотному остатку со стороны группы COO , а не со стороны группы CF_3 . Была рассмотрена схема поведения трифторуксусной кислоты в воде и сделано заключение о распаде ТФК в воде. Кислотный остаток трифторуксусной (CF_3COO^-) в воде распадается на группу CF_3 и нейтральную группу COO . Заряд всегда остается на CF_3 . В докладе будет приведена схема распада и структура образовавшихся ионных кластеров.

О разработке аэрозольного зонда обратного рассеяния для баллонного зондирования.

Макарова Н. В.^{1,2}

¹Московский Энергетический Институт
²Центральная аэрологическая обсерватория
agamura@mail.ru

ключевые слова:

баллонное зондирование, измерение аэрозольной компоненты

Аэрозольный зонд обратного рассеяния для баллонного зондирования разрабатывается в ФГБУ «Центральная аэрологическая обсерватория» для мониторинга аэрозольной компоненты атмосферы. Измерения вертикальных профилей коэффициента обратного рассеяния проводятся на двух длинах волн в видимой (470 нм) и инфракрасной (940 нм) областях спектра. В качестве источника излучения предлагается использовать светодиоды LBW5SN-GZJX-35 и SFH4231, работающие поочередно в модуляционном режиме с частотой 780 Гц. В качестве фотоприемников используются фотодиоды HAMAMATSU S1336-18BQ. Для повышения отношения сигнал/шум применяется метод синхронного детектирования. Чувствительность оптической схемы должна обеспечивать регистрацию сигнала от молекулярного рассеяния атмосферы на высоте 30 км для выбранных длин волн.

Для определения чувствительности предложенной схемы аэрозольного зонда была создана лабораторная база, позволяющая проводить оценку сигнала обратного рассеяния для выбранных оптических элементов, сопоставимого по своей величине с молекулярным рассеянием на высоте 30 км. Для этого на оптической скамье ФС-М с помощью законов геометрической оптики и оптических аттенуаторов моделировались потоки обратного молекулярного рассеяния для атмосферного давления 10 мБар (высота 30 км). При оценке видимого канала было показано, что на выбранной элементной базе возможно получить требуемую чувствительность и диапазон измерений.

Была разработана конструкция зонда, состоящая из следующих узлов, помещенных в корпус из пенопласта: плата центрального блока электроники, платы светоизлучающих блоков 470 нм и 940 нм, фотоприемный блок, батарея, нагреватель. Блок электроники включает в себя микроконтроллер ATMEGA64, для управления режимом работы светодиодов, синхронного детектирования и обработки сигналов.

Приводятся результаты тестовых полетов зонда обратного рассеяния в городе Долгопрудном.

Оценка средних полей концентраций атмосферного аэрозоля на территории России по данным фотометрических измерений

Наговицына Е.С., Поддубный В.А.

Институт промышленной экологии УрО РАН

EkaterinaN@ecko.uran.ru

ключевые слова:

мониторинг атмосферы, аэрозоль, обратные траектории движения воздушных частиц

Задача восстановления пространственной структуры загрязнения атмосферы на основе данных наземных измерений в одной или нескольких точках мониторинга может быть решена с помощью методов статистики обратных траекторий (СОТ).

В докладе приводится описание метода флюид-локации атмосферы (ФЛА), который является развитием традиционных методов СОТ. Демонстрируются результаты модельных расчетов среднего поля объемных концентраций субмикронного аэрозоля. В качестве исходной информации использовались результаты фотометрических измерений характеристик аэрозоля за 2004-2010 гг. на шести станциях мониторинга российского сегмента глобальной сети AERONET (<http://aeronet.gsfc.nasa.gov/>). Для описания динамики атмосферы были выбраны семисуточные обратные траектории движения воздушных частиц (<http://croc.gsfc.nasa.gov/aeronet/>). В заключение обсуждаются преимущества и недостатки метода ФЛА, а так же возможные направления его развития.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке научного проекта 12-С-2-1017 по Программе УрО РАН «Фундаментальные исследования, выполняемые совместно с организациями СО РАН и ДВО РАН».

Моделирование радиационных свойств облаков

Нгуен Т.Т., Чукин В.В.

Российский государственный гидрометеорологический университет
m.ttnguyen@mail.ru

ключевые слова:

моделирование, облака, ослабление радиации

Радиационные процессы играют центральную роль в атмосферном тепло-энергообмене и, следовательно, в формировании климата Земли. Мало того, климат крайне чувствителен даже к незначительным изменениям в механизме этих процессов. Наличие облаков в атмосфере оказывает большое влияние на тепловой баланс земной поверхности, так как облака способствуют рассеиванию падающие на них солнечные лучи, ослаблять их или отражать собственное излучение подстилающей поверхности.

Радиационные свойства облаков (альбедо, оптическая толщина) в основном определяются их микрофизической структурой, водностью, вертикальной мощностью. В данном докладе рассматривается взаимоотношение между этими параметрами.

Оптическая толщина является необходимым параметром для описания радиационных свойств облаков и зависит от показателя ослабления, который рассчитывается по заданным микрофизическим параметрам облаков с использованием теории рассеяния электромагнитных волн Ми. На основе полученных результатов предлагается параметризация зависимости оптической толщины от водозапаса облака. Производится анализ зависимости радиационных свойств облаков от их фазового состояния.

Полученные результаты могут быть использованы при решении задач дистанционного зондирования атмосферы и при моделировании климатической системы Земли.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 — 2013 г.г.

Газовый состав приземного воздуха Москвы: фоновые и экстремальные условия, оценка качества воздуха

Панкратова Н.В., Скороход А.И., Еланский Н.Ф.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
n_pankratova@list.ru

ключевые слова:

качество воздуха, озон, оксиды азота

Выполнен анализ данных непрерывных измерений ИФА на экологической станции мониторинга МГУ-ИФА (52° с.ш. 37° в.д. 191 м. над у.м.), которые начались 1.02.2002. Измерительная станция расположена в городской черте на территории метеообсерватории Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова. Исследована временная изменчивость газовых составляющих в городских условиях, а также химическое взаимодействие озона и оксидов азота. В отличие от городов Западной Европы, США и Японии, в Москве выявлено пониженное содержание O_3 относительно окружающей местности. Из-за высокого содержания NO_x как правило происходит быстрое разрушение озона. Высокие концентрации оксидов азота наблюдаются в течение всего года. В отдельные месяцы 90 перцентиль NO_2 превышает 60 млрд⁻¹, NO - 80 млрд⁻¹.

Но в исключительных случаях, например в период аномальной жары 2010 года, содержание O_3 в городском воздухе эпизодически превосходило предельно-допустимую концентрацию.

Аномальная жара 2010 г. показала необходимость своевременного предупреждения населения о неблагоприятной экологической ситуации. Для этого нами разработана методика оценки качества воздуха, которая включает 5 уровней загрязнения и использует 6 компонентов (PM_{10} , NO_2 , CO , O_3 , SO_2 , $HМУВ$). Методика позволяет учитывать негативное влияние высоких температур и недостатка кислорода. Методология апробирована на данных периода экстремального загрязнения воздуха в Москве летом 2010 г.

Также была получена логарифмическая зависимость O_3 от отношения концентрации NO_2 к NO , которая может быть использована для прогноза содержания озона в приземном воздухе Москвы:

$$[O_3] = 12.2 \ln([NO_2]/[NO]) + 15.3$$

Однако использование уравнения становится невозможным в экстремальных условиях. В период с 29.07 до 15.08 Москва находилась в плотной дымовой завесе от лесных и торфяных пожаров. В этом случае даже при малой величине отношения $[NO_2]/[NO]$ отмечаются высокие концентрации озона (более 100 млрд⁻¹ при максимальных средних часовых для лета 50-60 млрд⁻¹

Аэрозольные свойства атмосферы в период лесных пожаров и их воздействие на УФ радиацию.

Полежаева И. Д., Чубарова Н. Е.

МГУ им. М.В.Ломоносова, Географический факультет
ipohorse@narod.ru

ключевые слова:

дымовая аэрозоль, ультрафиолетовая радиация, моделирование радиационных процессов.

По данным измерений солнечно-небесных фотометров CIMEL сети AERONET в Метеорологической Обсерватории МГУ(МО) исследовались ситуации, когда наблюдались очень большие аэрозольные оптические толщины (AOT) в условиях сильного задымления. В период дымной мглы 2010 г. наблюдались исключительно высокие значения AOT до 6.4 на длине волны 500нм 7.08.2010 [2]. Наше исследование посвящено изучению аэрозольных свойств в УФ диапазоне спектра в этих экстремальных условиях, точности определения AOT, а также оценке влияния мощного дымового облака на ультрафиолетовую радиацию. В стандартном алгоритме AERONET при восстановлении AOT учитывается лишь фоновая концентрация NO₂, которая может значительно повышаться в период пожаров. Для коррекции величины AOT был произведён учёт реального содержания NO₂ в толще атмосферы, при оценке которого использовались следующие данные измерений: данные, восстановленные на основании спектральных измерений методом, разработанным в ИФА РАН; результаты измерений различных спутниковых приборов (OMI, SCIAMACHY), а также данные наземных измерений NO₂ на совместной экологической станции географического факультета МГУ им.М.В.Ломоносова и ИФА РАН с использованием разработанных ранее эмпирических связей между приземными концентрациями и содержанием NO₂ в нижней тропосфере [1]. Нами были показаны возможные погрешности AOT в УФ и видимом диапазоне спектра в связи с увеличенным содержанием NO₂ в столбе атмосферы. При оценке влияния дымового аэрозоля на УФ радиацию использовалась модифицированная версия модели TUV с применением метода дискретных ординат в восьмипотоковом приближении. Производился расчёт спектральной УФР в диапазоне 280-400 нм двумя способами: с использованием стандартных значений AOT по данным AERONET и при учёте реального содержания NO₂ и скорректированной величины AOT. Обсуждаются сравнения результатов моделирования с данными непосредственных измерений УФР в МО МГУ.

1.Чубарова Н.Е., Ларин И.К., Лезина Е.А. Экспериментальное и модельное исследование вариаций содержания диоксида азота в пограничном слое атмосферы в Москве, принята к печати в журнал "Вестник Московского университета.Сер.5.География", №2, 2010.

2.Chubarova N.,Nezval E.,M.Sviridenkov, A.Smirnov,and I.Slutsker.Smoke aerosol and its radiative effects during extreme fire event over Central Russia in summer 2010. Atmos.Meas.Tech.Discuss.,4, 6351-6386,2011.

Динамика суточного хода парниковых газов в пограничном слое атмосферы

Праслова О.В., Белан Б.Д., Антохин П.Н., Рассказчикова Т.М.

Институт оптики атмосферы СО РАН им. В.Е. Зуева

pov@iao.ru

ключевые слова:

пограничный слой атмосферы, малые газовые составляющие, метеопараметры

Экспериментальные исследования пограничного слоя атмосферы (ПСА) получили в последнее время широкое развитие. Это вызвано тем, что знание закономерностей распределения метеорологических элементов и газовых компонент в пограничном слое необходимо при решении целого ряда прикладных задач. Не смотря на многочисленные исследования пограничного слоя, важным аспектом, требующим тщательного изучения, является недостаточное количество данных измерений распределения и динамики примесей в ПСА.

В данной работе проведен анализ данных самолетного зондирования, полученных с помощью комплекса, установленного на борту самолета АН-2. Район ведения полетов находится недалеко от д. Берёзоречка Томской области.

Для суточного цикла использовалась следующая схема: первый вылет сразу же после восхода Солнца; второй - в полдень, когда наблюдается максимальная концентрация примесей в приземном слое воздуха; третий - через 2-3 часа после полдня, когда максимум турбулентности должен наблюдаться вблизи верхней границы пограничного слоя атмосферы; четвертый - вечером, перед заходом Солнца. Эта схема применялась в характерные периоды года: зима- минимум концентрации примесей; весенний первичный максимум концентрации примесей в приземном слое воздуха; лето - основной максимум концентрации примесей и осенью, когда поступление примесей уменьшается, но приток солнечной энергии еще высок.

В докладе приводятся вертикальные профили распределения углекислого газа и озона, измеренные в указанное время суток в марте, в июне, сентябре и декабре 2011 года. Анализируются синоптические условия и оцениваются потоки этих примесей.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН №4, программы ОНЗ РАН №5, междисциплинарных интеграционных проектов СО РАН №35, №70 и №131, грантов РФФИ № 11-05-00470, 11-05-00516, 11-05-93116 и 11-05-93118 госконтрактов Минобрнауки № 02.740.11.0674, 14.740.11.0204 и 11.519.11.5009.

Структура острова тепла над городами России по наблюдениям с передвижной лаборатории

Ракин А.А., Еланский Н.Ф., Лаврова О.В.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

rakin@ifaran.ru

ключевые слова:

остров тепла, TROICA, мезоклимат

Исследуется пространственная структура городского острова тепла (ОТ) и её временные изменения. Используются данные измерений приповерхностной температуры, солнечной радиации и состава атмосферы, проведенных с передвижной железнодорожной лаборатории в 1996-2009 гг. вдоль Транссибирской магистрали (эксперименты TROICA - TRanscontinental Observations Into the Chemistry of the Atmosphere). Характеристики ОТ получены для крупных, средних и малых городов в разные сезоны и время суток. Наибольшие различия в приповерхностной температуре между городом и окружающей сельской местностью (ΔT) наблюдаются летом в ночное время. Средние по территории городов значения ΔT летом в ночное время равны, соответственно, 1.9, 0.9 и 0.7 °C, а днем - 0.5, 0.3, 0.5 °C. Оценка влияния различных факторов на формирование острова тепла показывает, что основную роль играют поглощение уходящего ИК излучения парниковыми газами и антропогенные потоки тепла.

Взаимодействие кластеров воды с нитрат ионами. Компьютерный эксперимент.

Рахманова О.Р., Галашев А.Е.

Институт промышленной экологии УрО РАН
rahmanova@ecko.uran.ru

ключевые слова:

методом молекулярной динамики, потенциальная модель

Природа NO_3^- - H_2O взаимодействий в кластерах воды имеет первостепенное значение в различных областях атмосферной химии и отработанного ядерного топлива. Нитрат ион является одним из наиболее распространенных ионов в атмосфере. Находясь в атмосферных аэрозолях загрязненной тропосферы, нитрат играет важную роль в различных атмосферных химических процессах.

В настоящей работе методом молекулярной динамики с использованием поляризуемой усовершенствованной TIP4P модели молекулы воды [1] исследован процесс адсорбции нитрат ионов кластерами воды. Для представления взаимодействий между нитрат ионами и (нитрат-ион) - вода взаимодействий применена поляризуемая потенциальная модель [2], где параметры потенциала были оптимизированы так, что воспроизводилась энергия гидратации и структурные свойства сольватированного нитрат иона. Взаимодействие кластера воды с нитрат ионами исследовалось при температуре 250 К.

Результаты моделирования показывают, что ионы NO_3^- остаются на поверхности кластера, и не наблюдается тенденции их продвижения вглубь агрегата, указывая тем самым на то, что адсорбция ионов NO_3^- кластером воды приводит к виртуальному образованию, несущему большой отрицательный заряд. Кластер $(\text{H}_2\text{O})_{50}$ сохраняет термодинамическую устойчивость, если он присоединяет не более трех нитрат ионов. После адсорбции ионов NO_3^- уменьшается величина действительной и мнимой части диэлектрической проницаемости. Интенсивность спектра поглощения инфракрасного (ИК) излучения усиливается, а местоположение единственного максимума гетеросистемы (3471 см^{-1}) хорошо согласуется с расположением (3405 см^{-1}) главного максимума ИК-спектра жидкой воды. Интенсивность рамановского спектра, наоборот, снижается, что связано с сильными кулоновскими взаимодействиями как между молекулами воды и ионами, так и между самими ионами NO_3^- . Адсорбция ионов кластером воды вызывает также уменьшение значения коэффициента поглощения ИК-излучения и показателя преломления.

1. Dang L.X., Chang T-M. Molecular dynamics study of water clusters, liquid and liquid - vapor interface of water with many-body potentials // J. Chem. Phys. 1997. V. 106, № 19. P. 8149-8159.
2. Dang L.X., Chang T-M., Roeselova M., Garrett B.C., Tobias D.J. On NO_3^- - H_2O interactions in aqueous solutions and at interfaces // J. Chem. Phys. 2006. V. 124, № 6. P. 066101-066103.

Влияние вулканических выбросов на разрушение озонового слоя в весенний период над Антарктидой

Савельева Е.С., Зуев В.В.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН
kapitosh89@gmail.com

ключевые слова:

Вулканы, озоновый слой, полярные стратосферные облака

Озоновый слой защищает биосферу от жесткого ультрафиолетового излучения. Основная часть его образуется в тропических широтах по фотохимическим реакциям цикла Чепмена. В средних и, особенно, в высоких широтах доля фотохимических реакций уменьшается, время жизни озона увеличивается, а его изменчивость в большей степени определяется циркуляционными процессами.

В высоких широтах, с наступлением зимы, формируется полярный вихрь. В верхней тропосфере и в стратосфере образуется изолированная область, где температура на высоте 15-20 км может опускаться до 183 К, что приводит к формированию полярных стратосферных облаков (ПСО). Они образуются в результате конденсации паров воды и азотной кислоты на сульфатных частицах стратосферного аэрозоля. На поверхности ПСО протекают гетерогенные реакции, в результате которых в стратосфере над Антарктидой появляется ряд озоноразрушающих веществ. Таким образом, с приходом полярной весны и появлением ультрафиолетового излучения запускаются цепные процессы разрушения озона.

Важную роль в образовании "озоновой дыры" играют аэрозоли, попавшие в стратосферу в результате мощных извержений вулканов. Изначально вулканогенные аэрозоли состоят из диоксида серы SO₂, который быстро окисляется до серной кислоты H₂SO₄. При замерзании серной кислоты, на ее поверхности формируются ПСО. После чего запускается механизм разрушения озона. Для образования ПСО необходимы твердые аэрозоли и газообразные соединения SO₂, HCl и водяной пар. Они попадают в стратосферу над южным полюсом в результате извержений вулканов плинианского типа (индекс VEI не менее 4), находящихся в южном полушарии и в экваториальной зоне.

С использованием данных с сайтов [1, 2, 3] были усреднены и сопоставлены значения для температуры, площади ПСО, площади "озоновой дыры" и оптической плотности стратосферы над Антарктидой во время полярной весны в период за 33 года (с 1979 по 2011). Выявлены вулканические извержения, вероятно, повлиявшие на образование "озоновой дыры" над Антарктидой.

NASA GSFC. Images, data, and information for the Southern Hemisphere:
<http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>
NASA GISS. Stratospheric Aerosol Optical Thickness:
<http://data.giss.nasa.gov/modelforce/strataer/>
Global Volcanism Program. Worldwide Holocene Volcano and Eruption Information:
<http://www.volcano.si.edu/index.cfm>

Учет влияния ослабляющих факторов на результаты восстановления общего содержания озона по спектрам энергетической освещенности земной поверхности в ультрафиолетовом диапазоне

Станкевич В.Ю.

Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы БГУ
spaceflyerr@gmail.com

ключевые слова:

озон, ультрафиолетовая радиация, измерение ОСО

В современных исследованиях атмосферы важным является вопрос прецизионного измерения содержания в ней малых примесей, в частности, озона, играющего важную роль в атмосферных процессах и в жизни биосферы.

Ранее был предложен оптимизационный метод восстановления значений общего содержания озона по спектрам энергетической освещенности земной поверхности, позволяющий, в отличие от традиционных таблиц Стамнеса, учитывать мгновенные значения различных параметров атмосферы, характеризующие ослабление солнечного излучения, проходящего через атмосферу Земли. Было показано, что полученные с помощью данного метода результаты обладают устойчивостью в течение дня и хорошо согласуются со спутниковыми данными.

Новые исследования связаны с учетом влияния на восстановленные по оптимизационному методу значения ОСО ослабления солнечного излучения облачностью. Для повышения точности результатов предлагается коррекция входных данных в соответствии с опорным каналом спектрорадиометра, находящимся за пределами полосы активного поглощения озона. Показано, что такая корректировка позволяет увеличить точность получаемых значений ОСО на 0,5-3% для каждого измерения, проведенного в выбранные дни.

Влияние скорости ветра по содарным данным на приземное содержание малых газов в Москве

Трифанова А.В.¹, Локощенко М.А.², Еланский Н.Ф.³

¹Международный университет "Дубна"

² МГУ им. М.В.Ломоносова, Географический факультет

³Институт физики атмосферы имени А.М.Обухова РАН
triv@yandex.ru

ключевые слова:

малые атмосферные примеси, влияние скорости ветра, содарные данные

Скорость ветра V существенно влияет на рассеивание атмосферных примесей. В Метеорологической обсерватории МГУ на совместной Экологической станции ИФА РАН и МГУ [1] ежеминутно измеряется приземное содержание малых газов. Здесь же, в 70 м от станции, с 2004 года работает первый в России серийный доплеровский содар «MODOS»: измеряются профили скорости и направления ветра в нижнем 500-метровом слое воздуха - в среднем за каждые 10 мин.

Созданная авторами база данных содержит одновременные среднечасовые значения содержания малых газов, а также V по содарным данным и метеорологических величин по стационарным измерениям. Для первичных продуктов сгорания топлива (NO и CO) зависимости их содержания от V за каждый час на уровне 40 м монотонные и близки к гиперболическим: чем больше V , тем в среднем оно меньше. Наибольшее содержание обоих веществ наблюдается при предельно слабом ветре - от 0 до 1 м/с. Накопление этих газов в приземном слое - результат совместного действия двух факторов: как слабого ветра (или штиля), так и температурной стратификации, поскольку штилевые условия обычно связаны с существованием ночью приземной инверсии. Оба фактора приводят к резкому замедлению вертикального турбулентного обмена и, как следствие, скорости рассеивания обоих веществ, образующихся вблизи поверхности. Кроме того, при ослаблении ветра замедляется и горизонтальный перенос - поступление в город незагрязнённого воздуха из сельской местности. Качественно сходная зависимость и у NO_2 - вторичного продукта сгорания. В отличие от них, SO_2 как продукт выбросов в основном высоких источников [2] показывает немонотонную функцию с наибольшим значением содержания в промежутке от 1 до 2 м/с. Озон же вследствие своей особенности (пониженного содержания вблизи поверхности) обнаруживает противоположную зависимость: чем больше V , тем больше содержание O_3 , поскольку интенсивное перемешивание при сильном ветре ведёт к росту приземного O_3 вследствие притока этого газа из вышележащих слоёв атмосферы.

1.Еланский Н.Ф., Локощенко М.А., Беликов И.Б., Скорород А.И., Шумский Р.А. «Изменчивость газовых примесей в приземном слое атмосферы Москвы». М., Известия РАН - Серия Физика атмосферы и океана, 2007, том 43, № 2, стр.246-259.

2. Локощенко М.А., Еланский Н.Ф., Маляшова В.П., Трифанова А.В. Динамика приземного содержания двуокиси серы в Москве. Томск, Оптика атмосферы и океана, 2008, № 5, с.441-449.

Новая версия полинейной модели FLBLM (Fast Line-by-Line Model)

Фалалеева В.А.^{1,2}, Фомин Б.А.³

¹Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

²Московский физико-технический институт

³Центральная Аэрологическая Обсерватория

victory@ifaran.ru

ключевые слова:

перенос радиации в атмосфере, полинейные расчеты

Одной из основных тенденций в развитии спутниковых спектрометров является повышение их разрешения. Однако для «расшифровки» полученных спектров (решения обратной задачи) требуются особо точные и быстрые LBL модели, в которых с особой тщательностью учтены факторы, формирующие контуры спектральных линий.

В мире существует всего несколько подобных моделей. На конференции будет представлена отечественная быстрая и универсальная модель: FLBLM (Fast Line-by-Line Model) [1] К настоящему моменту FLBLM представляет собой набор программных модулей позволяющих рассчитывать потоки и интенсивности атмосферной радиации с учётом:

1. НЛТР-эффектов;
2. Эффекта интерференции линий CO₂ (модель Артмана и др.(Франция) и Тонкова-Филиппова (Россия));
3. Поляризационных эффектов и др.

Данная модель применялась и применяется в исследованиях Земли со спутников методами ИК-спектроскопии высокого разрешения (например, для аппаратуры «TANSO» спутника GOSAT, Япония). Также она успешно участвовала в международных сравнениях радиационных кодов, используемых в моделях общей циркуляции (например, проект CCMVal [2]).

Работа поддержана грантом РФФИ 11-01-00021.

1. Фомин Б.А., Фалалеева В.А. Текущая версия полинейной модели FLBLM-2011 (Fast Line-by-Line Model) // Сборник тезисов международного симпозиума «Атмосферная радиация и динамика» (МСАРД - 2011), СПбГУ, Санкт-Петербург, 21-24 июня 2011 г. С. 97.

2. Forster, PM; Fomin, B; Falaleeva, V et al. (2011), Evaluation of radiation scheme performance within chemistry climate models // J. Geophys. Res., 116, D10302, doi:10.1029/2010JD015361.

Кинетика потери активности озоносвязывающих материалов

Цыркина Т.Б.¹, Обвинцева Л.А.¹, Каминский В.А.², Аветисов А.К.¹

¹Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова

²Московский государственный горный университет

tsyata@gmail.com

ключевые слова:

полупроводниковые сенсоры, озон, дезактивация поверхности

В литературе большое внимание уделяется определению количественных характеристик гетерогенной гибели озона. Однако, большинство данных относятся к начальным стадиям взаимодействия озона с чистой поверхностью. Даная работа посвящена изучения кинетики разложения озона с учетом дезактивации поверхности на примере тонковолокнистых материалов.

Рассмотрена зависимость концентрации озона в газовом потоке, проходящем через тонковолокнистый материал, в квазигомогенном приближении. Константа разложения озона изменяется как по длине образца, так и во времени. Поскольку дезактивация достаточно медленный процесс по сравнению с процессом разложения озона при его прохождении через исследуемый образец, использовано квазистационарное приближение. В предположении, что локальная скорость дезактивации материала пропорциональна скорости разложения озона, получены аналитические выражения, позволяющее определить константу, характеризующую начальную активность материала, и параметр его дезактивации.

Проведено сопоставление результатов расчетов с экспериментальными данными. Проточным методом в сочетании с методом полупроводниковых сенсоров исследовали кинетику гетерогенной гибели озона на тонковолокнистых материалах. Сенсорным анализатором озона [1] измеряли концентрацию озона после прохождения исследуемого материала. Результаты расчетов по предложенной модели согласуются с экспериментальными данными.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты 11-05-01209-а и 12-03-01129-а.

1. Беликов И.Б., Жерников К.В., Обвинцева Л.А. и др. Анализатор газовых примесей атмосферы на основе полупроводникового сенсора // Приборы и техника эксперимента. 2008. № 6. С. 139-140.

Анализ влияния солнечных протонных событий на содержание атмосферного озона по спутниковым данным SBUV

Шилкин А.В.

НПО "Тайфун"

shilkin@typhoon.obninsk.ru

ключевые слова:

солнечные протонные события, релятивистские электроны, стратосферный озон

Приведены результаты анализа влияния мощных солнечных протонных событий (СПС) на пространственные и временные вариации озона в стратосфере - нижней мезосфере. Представлены временные развертки вертикальных профилей озона от 37 до 70 км в периоды СПС 14 июля 2000, 4 ноября 2001 и 28 октября 2003 по среднезональным данным SBUV (Solar Backscatter Ultraviolet) для верхних широт. Полученные результаты указывают на уменьшения озона в нижней мезосфере до 60% в северных полярных широтах и до 35% в южных полярных широтах после вспышек. Корреляционный анализ среднезональных временных рядов озона в стратосфере - нижней мезосфере и рядов интегральной плотности потоков протонов высоких энергий и релятивистских электронов показал, что после вспышек близких к нулевому меридиану Солнца коэффициент корреляции приближается к значению « -1 » на высотах 60 - 70 км. Наилучшую корреляцию имеют ряды озона и интегральной плотности потоков протонов с энергиями 10 - 100 МэВ на высотах 64 - 70 км и широтах 68 - 70 градусов северных и южных полярных широт.

1. Вишератин К.Н., Шилкин А.В. Влияние вспышечной активности Солнца на общее содержание озона // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2009. Вып.6. Т.2. С.95-103.
2. Шилкин А.В. Анализ влияния солнечных протонных событий на содержание атмосферного озона по спутниковым данным SBUV // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. №4. С.149-156.

Наблюдения турбулентных потоков озона в различных ландшафтных и сезонных условиях

Шумский Р.А., Беликов И.Б.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
romio@pochta.ru

ключевые слова:

турбулентные потоки, атмосферный озон

Представлены данные наблюдений турбулентных потоков озона, проведенные на научных станциях ИФА им. А.М. Обухова РАН: Кисловодской, Цимлянкой, Звенигородской, а также на станции наблюдений состава атмосферы в МГУ им. М.В. Ломоносова. Измерения проводились практически во все сезоны (весна, лето, осень, зима) в 2006 - 2012 гг. Продолжительность различных непрерывных серий наблюдений составляла от двух недель до трех месяцев.

Наблюдения осуществлялись с помощью автоматизированного комплекса, разработанного и созданного в ИФА им. А.М. Обухова РАН [1].

Основной составной частью комплекса является быстродействующий хемилюминесцентный измеритель концентрации озона собственной разработки. Этот прибор позволяет измерять концентрацию озона в диапазоне от 1 до 200 ppb с разрешением до 0,05 ppb и быстродействием 0,08 сек. Прибор имеет всепогодное конструктивное исполнение и может использоваться для полностью автоматизированных измерений в любые сезоны, не требуя технического обслуживания в течение длительного времени. С 2012 г. в составе комплекса используются два подобных измерителя, один из которых реализует метод турбулентных корреляций, второй используется для измерений приземного градиента концентрации озона с помощью соответствующей системы трубопроводов и клапанов. Калибровка измерителей производится периодически, по имеющемуся в составе комплекса газоанализатору Dasibi 1008.

Также в состав комплекса входят акустический анемометр АЦАТ-3М производства НПО "Тайфун", метеорологическая мачта высотой 6,5 м и персональный компьютер. Программное обеспечение комплекса производит автоматизированные расчеты значений турбулентных потоков и сухого осаждения озона по специально разработанной методике.

Полученные значения турбулентных потоков озона и вычисленные значения сухого осаждения озона на различные поверхности хорошо согласуются с известными литературными данными [2].

1. И.Б. Беликов, К.В. Жерников, Л.А. Обвинцева, Р.А. Шумский. Аппаратура и методика наблюдений турбулентных потоков озона. Тезисы докладов Всероссийской Конференции "Развитие системы мониторинга состава атмосферы", 16-18 октября 2007 г., Москва. С. 128.
2. Wesely M.L., Hicks B.B. A review of the current status of knowledge on dry deposition. // Atmospheric Environment. 2000. Vol.34. P. 2261-2282.

Авторегрессионная модель прогноза общего содержания озона с использованием межсуточного изменения метеопараметров над территорией Российской Федерации

Ананьев Л.Б.

Гидрометцентр России
alb1980@mail.ru

ключевые слова:

ОСО, общее содержание озона, прогноз

Авторегрессионный метод прогноза ОСО с использованием межсуточных изменений метеопараметров. Прогноз общего содержания озона (ОСО) имеет высокую значимость для оценки и прогноза ультрафиолетовой облученности - задачи, которую решают во многих национальных метеорологических службах мира. Как известно, толщина озонового слоя имеет неравномерное распределение с высотой и над различными географическими районами. Межсуточные колебания озона могут достигать 30% от самой величины ОСО и зависят в первую очередь от смены воздушных масс.

На основании высокой связи изменения ОСО и межсуточной изменчивости метеорологических параметров в верхней тропосфере и нижней стратосферы в Гидрометцентре России был разработан авторегрессионный метод прогноза ОСО. В общем виде модель состоит из статистически значимого (коэффициент детерминации 0,9) расчетного уравнения, для теплого сезона года (апрель - август) и всей территории России. Заблаговременность модели составляет 24 часа. Полученный метод разрабатывался в качестве основного метода прогноза ОСО технологии прогнозирования УФ-индекса на территории России. В 2011 году метод прошел независимые испытания и был утвержден Центральной методической комиссией по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам Росгидромета.

Вариации температуры в области мезопауза по наземным и спутниковым наблюдениям.

Андреев А.Б.^{1,2}

¹Российский государственный гидрометеорологический университет

²Институт Ионосферы
zum.umzara@gmail.com

ключевые слова:

оптические исследования, мезосфера

Наземные оптические наблюдения позволяют получать данные о температуре и собственном свечении на высотах мезопаузы над определёнными географическими точками с высоким временным разрешением, что позволяет помимо мониторинга абсолютных значений температуры регистрировать характеристики волновой активности в мезосфере, однако не позволяют получить информации о пространственном распределении атмосферных параметров. Представлено сравнение данных наземных измерений полученных на инструменте SATI Института Ионосферы (г.Алматы), установленном около г.Алматы (43 с.ш., 76 в.д.) с данными спутниковых наблюдений MLS (Microwave Limb Sounder) и SABER (Sounding of the Atmosphere using Broadband Emission Radiometry). Для анализа и сравнения выбраны 60-дневные периоды охватывающие январь-февраль 2010 и 2011 годов. Период за январь-февраль 2010 года содержит ярко выраженное событие внезапного стратосферного потепления. За аналогичный период за 2011 такого хорошо выраженного события не наблюдается.

Исследование явного турбулентного потока тепла в летние сезоны на Антарктической полярной станции Беллинсгаузен

Артамонов А.Ю.

Институт физики атмосферы А.М. Обухова РАН
sailer@ifaran.ru

ключевые слова:
поток явного тепла

Целью моей работы являлось исследование пространственно-временной изменчивости характеристик энергообмена над различными подстилающими поверхностями на основе современных методов расчета по данным натурных измерений в Антарктике и выявление особенностей характеристик урбулентного энергообмена в связи с сезонной и межгодовой изменчивостью крупномасштабных гидрометеорологических процессов.

Проведен сравнительный анализ различных методов расчета турбулентных потоков (прямым методом и градиентным). Изучена пространственно-временная изменчивости характеристик турбулентного потока тепла и импульса по данным натурных измерений. Для расчетов использовался Пульсационный метод (прямой метод), в котором измеряются пульсации двух компонент: горизонтальной составляющей скорости ветра и вертикальной скорости, потенциальной температуры в слое постоянных потоков. Потоки вычисляются по ковариациям между ними.

Расчитаны параметра шероховатости поверхности для различных поверхностей, свойственных Антарктике.

Исследована сезонная и межгодовая изменчивость гидрометеорологических процессов в Юго-западной Атлантике и прилегающих районах Антарктики, с целью интерпретации результатов измерений характеристик энергообмена на полярных станциях в различные годы и сезоны.

Вариации длительности макросиноптических процессов под влиянием потоков космических лучей.

Артамонова И.В.¹, Веретененко С.В.²

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН

artirin@yandex.ru

ключевые слова:

космические лучи, макросиноптические процессы, прогноз погоды

В работе проведено исследование вариаций продолжительности макросиноптических процессов в связи со всплесками солнечных космических лучей (СКЛ) и форбуш-понижениями галактических космических лучей (ГКЛ). Показано, что всплески СКЛ приводят к увеличению длительности элементарных синоптических процессов (ЭСП) типов W и C и уменьшению длительности ЭСП типа E. Форбуш-понижения космических лучей сопровождаются увеличением продолжительности элементарных синоптических процессов типа C и уменьшению длительности ЭСП типа W. Наблюдаемые вариации продолжительности макросиноптических процессов могут быть объяснены влиянием вариаций солнечных и галактических космических лучей на эволюцию барических систем в Североатлантическом и Европейском регионах. Учет влияния космофизических факторов на длительность макросиноптических процессов может использоваться для улучшения качества долгосрочных метеопрогнозов.

Низкоуровневые струйные течения

Атлетова М.А.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
atletuwka@yandex.ru

ключевые слова:

низкоуровневые струйные течения

Термин «Низкоуровневые струйные течения» (НСТ) обычно используется для описания максимума в вертикальном профиле скорости ветра на высоте в несколько сотен метров над землёй. НСТ имеют небольшую вертикальную протяжённость, но в горизонтальной плоскости распространяются на десятки и сотни метров. В 1957 году американский физик Блакадар предположил, что ночные струйные течения образуются в результате быстрого затухания сил трения при переходе от неустойчивой стратификации к устойчивой и последующего возникновения осцилляций под действием градиента давления и силы Кориолиса [1]. Однако данная схема реализуется лишь при наличии перехода от неустойчивой стратификации к устойчивой. Таким образом, в данной работе поставлены следующие задачи: - проверить, реализуется ли схема, предложенная Блакадаром, в летние месяцы при наличии суточного хода термической стратификации в сельской местности на широтах Москвы; - проверить, реализуется ли данная схема в зимние месяцы при отсутствии суточного хода термической стратификации в сельской местности на широтах Москвы; - определить является ли ветер в ядре струи НСТ супергеострофическим в летнее и зимнее время в сельской местности в московском регионе; 4. собрать некоторые статистические данные о НСТ в летнее и зимнее время в сельской местности на широтах Москвы.

1. Blackadar, A.K. Boundary layer wind maxima and their significance for the growth of nocturnal inversions // Bull. Amer. Meteor. Soc. 1957. V. 38. P. 283-290.

Динамика атмосферного аэрозоля над территорией Украины по данным спутникового поляриметра POLDER/PARASOL

Бовчалиук А.П.¹, Данилевский В.А.¹, Сосонкин М.Г.²

¹Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко

²Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

bovchaliuk@gmail.com

ключевые слова:

динамика аэрозоля, оптическая толщина аэрозолей, спутниковый поляриметр POLDER/PARASOL

Для исследований глобального распределения содержания аэрозоля и его климатических характеристик используют приборы космического базирования. Физические характеристики аэрозольных частиц по данным измерений спутниковых приборов определяются путем решения обратной задачи. В исследовании используются данные поляриметра POLDER на спутнике PARASOL (CNRS), входившего в группу A-Train. Поляриметр имеет широкое поле зрения (~ 1740 км вдоль и ~ 1300 км поперек подспутниковой трассы на широте 49°) с разрешающей способностью 5.3 км×6.2 км, и 9 спектральных каналов (443, 490, 565, 670, 763, 765, 865, 910, 1020 нм, три из которых поляризационные - 490, 670, 865 нм). Прибор обеспечивает регистрацию пространственного распределения (до 14 различных направлений для каждого пикселя) интенсивности отраженного от поверхности Земли и облаков солнечного излучения. Поляризационные измерения позволяют выделить интенсивность света, которое рассеивается атмосферой и аэрозолями от вклада поверхности Земли, что повышает надежность и точность полученных параметров аэрозоля. Однако эти измерения чувствительны к рассеиванию мелкими аэрозолями (мелкодисперсной фракции) и слабо реагируют на крупные аэрозоли. Поэтому полученные параметры рассеянного излучения в основном отображают характеристики мелких частиц вероятно антропогенного происхождения. В работе были построены карты распределения аэрозолей над Украиной [1], Белоруссией, Молдовой и частью России для 2008-2011гг. для среднемесячных характеристик, усредненных по группе пикселей с размером 18×18км: оптическая толщина аэрозолей (AOT) для 865 нм, показатель Ангстрема, аэрозольный индекс и статистика измерений. Проанализированы события лесных и торфяных пожаров в августе 2010 года в России, во время которых большое количество образованных аэрозолей переносилось вместе с воздушными массами через территорию Украины и Белоруссии в сторону Молдовы. Исследования выполнялись при поддержке Фонда CRDF США, проект UKG2-2969-KV-09.

1. Milinevsky G., Danylevsky V., Bovchaliuk A., Bovchaliuk V., Sosonkin M., Goloub Ph., and Dubovik O. Atmospheric aerosol properties over Ukraine from sunphotometer and satellite measurements during 2008 - 2011 // Geophysical Research Abstracts, Vol. 14, EGU2012-6228-1, 2012, in press.

Некоторые особенности эволюции атмосферных фронтов в высоких широтах

Богаевская Н.И., Иванова А.Р.

Гидрометцентр России
nbmet@yandex.ru

ключевые слова:

фронтальные разделы, деформация тропопаузы

Активные процессы в зонах атмосферных фронтов, сопровождающиеся усилением ветра, турбулентностью, облако- и осадкообразованием, оказывают влияние на перенос и распространение в тропосфере аэрозолей и газовых компонентов [1]. Эволюция фронтальных разделов, характеризующаяся процессами фронтогенеза или фронтолиза, сопровождается образованием мощных вертикальных циркуляций [2], приводящих, в том числе, к опусканию стратосферного воздуха в складках тропопаузы. Результатом этой важной составляющей стратосферно-тропосферного обмена может быть локальное изменение состава тропосферного воздуха [3]. Наличие глубоких складок тропопаузы типично для фронтальных разделов не только умеренных, но и высоких широт [4].

В настоящей работе исследованы случаи фронтогенеза, характеризующиеся значительным опусканием тропопаузы в различных секторах Арктики (ниже 6 км, в то время как ее средняя высота в данном районе составляет около 9 км). Такие эпизоды в основном имеют место в период с октября по март. Определение высоты тропопаузы производилось по данным радиозондирования на станциях, расположенных севернее 60° с.ш., в период 1990-2007 гг. На основании данных реанализа 2 NCEP/NCAR рассчитывались значения скалярной фронтогенетической функции на стандартных изобарических поверхностях в узлах, наиболее близко расположенных к пунктам зондирования. Произведен анализ временной изменчивости значений скалярного фронтогенеза в толще тропосферы, а также полей фронтального параметра (характеристики бароклинности нижней половины тропосферы) и распределения градиентов температуры и геопотенциала в верхней тропосфере. Установлены особенности локализации областей фронтогенеза в различных эпизодах деформации тропопаузы в зависимости от мощности и расположения фронтальных разделов.

1. Хргиан А.Х. Физика атмосферы. Т.1. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 248 с.
2. Шакина Н.П. Динамика атмосферных фронтов и циклонов. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 263 с.
3. Stohl A., Wernli H. et al. A new perspective of stratosphere-troposphere exchange // Bull. Amer. Met. Soc. 2003. №11. P. 1565-1573.
4. Shapiro M.A. Further evidence of the mesoscale and turbulent structure of upper level jet stream-frontal zone systems // Mon. Wea. Rev. 1978. V. 106. P. 1100-1111.

Планетарные волны в стратосфере на основе анализа радиозатменных наблюдений эксперимента COSMIC

Зарубин А.С., Погорельцев А.И., Савенкова Е.Н.

Российский государственный гидрометеорологический университет
a-zarubin@mail.ru

ключевые слова:

стратосфера, планетарные волны, радиозатменные наблюдения

Данные о температуре полученные в ходе эксперимента по радиозатменному зондированию атмосферы COSMIC [1] используются для изучения распределения и изменчивости активности планетарных волн в области стратосферы. Разделение стационарных и бегущих волн позволяет исследовать их амплитуды, периоды и направление распространения. Анализируются планетарные волны, наблюдавшиеся зимой-весной 2008-2012 гг, а также проводится сравнение с данными UKMO.

1. Anthes, R.A., et al., 2008: The COSMIC/FORMOSAT-3 Mission: Early results. Bulletin of the American Meteorological Society, 89, 313-333, 10.1175/BAMS-89-3-313.

Экспериментальные исследования метеорологических параметров приземного слоя атмосферы внутри городской застройки

Константинов П.И., Варенцов М.И.

МГУ имени М.В.Ломоносова, Географический факультет
kostadini@mail.ru

ключевые слова:

приземный слой атмосферы, городская метеорология

Большая часть экспериментов по пристальному изучению городского приземного слоя атмосферы проводится в странах США и Европы, этим же регионам посвящена большая часть исследований по параметризации и моделированию городского приземного слоя [1]. В России подобные экспериментальные исследования впервые были проведены в апреле 2011 года в рамках эксперимента UrbEx-2011. В рамках этого эксперимента в течение суток проводился широкий спектр наблюдений в пределах городского каньона, в том числе измерения температуры воздуха в различных частях каньона, температуры его деятельных поверхностей, скорости и направления ветра, а также турбулентных потоков явного тепла с помощью ультразвукового анемометра. В первой части работы результаты измерений внутри городского каньона сравниваются с результатами аналогичных и синхронных наблюдений, проводимых на расположенной в непосредственной близости от каньона метеорологической обсерватории. Территорию обсерватории можно считать относительно однородной естественной поверхностью, и данное сравнение позволяет выявить основные аспекты влияния застройки на микроклимат отдельно взятой небольшой территории. Во второй части работы изучаются подходы к параметризации процессов, определяющих динамику метеовеличин в городском каньоне, включая параметризацию освещенности различных поверхностей каньона и турбулентных потоков явного тепла. Основные выводы, сделанные в ходе исследования: 1. Подтверждено отепляющее влияние городской застройки не на масштабе целых городов, но и отдельных улиц и групп зданий на фоне соседних естественных поверхностей. 2. Рассчитаны значения коэффициентов турбулентной диффузии в городском каньоне и над естественной поверхностью. 3. Разработан и реализован в программном коде ряд блоков перспективной модели городского каньона и проведено их успешное тестирование. 4. Изучена возможность применения балк-формулы для расчета турбулентных потоков над естественной поверхностью и в городском каньоне.

1. Masson V., 2000 : A Physically-based scheme for the Urban Energy Budget in atmospheric models. *Boundary-Layer Meteorol.*, 94, 357-397.

Определение анизотропии конвективной турбулентности с помощью лазерного просвечивания

Куликов В.А., Гурвич А.С.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
vkulik@mail.ru

ключевые слова:

турбулентность, анизотропия турбулентности, лазерная диагностика

1. Введение

Обычно при рассмотрении эффектов, вызванных турбулентностью, обычно предполагается ее изотропия. Известно, что такое предположение выполняется лишь в определенных границах. Существуют различные теоретические модели [1,2,3], учитывающие различные турбулентные масштабы и нередко вносящие те или иные поправки в вид двумерного спектра турбулентности [4], для того, чтобы добиться согласия теории с экспериментально полученными результатами. Одним из важных факторов, который может быть учтен, это степень анизотропии турбулентности. Чаще всего, при обработке экспериментальных данных при усреднении теряется информация об анизотропии, вследствие того, что постоянными могут являться не направление имеющихся искажений, а их характерные размеры и форма. Мы разрабатываем подход, который позволит провести усреднения, не потеряв информацию об этих параметрах. Такая информация имеет как фундаментальное значение, так и практическое, так как может оказаться полезной при анализе коротко-экспозиционных изображений.

2. Описание эксперимента и подхода к обработке результатов

В нашей работе мы проводим экспериментальные измерения поля интенсивности лазерного пучка, прошедшего турбулентный слой в водной ячейке. Такая лабораторная модель турбулентности хорошо известна [5,6,7]. Турбулентность в ячейке характеризуется значениями чисел Рейля и Прандтля в диапазоне $Re=(2.3-4.1)*10^8$ и $Pr=5-6$. Поле интенсивности измерялось на некотором расстоянии после кюветы, поле фазы - сразу же после водной ячейки. Диаметр D коллимированного пучка, распространявшегося через кювету равен $D=5$ см.

Из хорошо заметных особенностей поля интенсивности мы сделали вывод о существенной анизотропии наблюдаемой турбулентности. В этой работе мы выполнили первые шаги к анализу этой анизотропии и предлагаем способ оценки ее степени. Мы демонстрируем идею нашей методики на простой математической модели, подобной по статистике наблюдаемому полю интенсивности.

1. A.S. Gurvich, M.A. Kallistratova and F.É. Martvel, "An investigation of strong fluctuations of light intensity in a turbulent medium at a small wave parameter," Radiophysics and Quantum Electronics 20, 7, 705-714 (1977).

2. Андреева М.С., Корябин А.В., Куликов В.А., Шмальгаузен В.И. Определение характерных масштабов турбулентности с использованием расходящегося лазерного пучка // ВМУ. Серия 3. Физика. Астрономия., № 6, стр. 131-134, (2011).

Исследование методами WRF экстремального развития фронтальных процессов в области распространения теплового циклона над территорией Республики Беларусь в зимний период

Лаппо П.О.^{1,2}, Светашев А.Г.¹

¹ Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы БГУ

² Белорусский государственный университет, Географический факультет

Polly_LO@tut.by

ключевые слова:

моделирование, фронтальные процессы

С целью изучения роли вертикальных динамических процессов в фронтальной области циклона методами системы мезомасштабного прогнозирования погоды WRF проведено моделирование экстремальной ситуации возникшей над территорией Республики Беларусь в период 4-6 декабря 2010 года. Метеорологическая ситуация характеризовалась резким изменением температурного фона, сильным снегопадом, метелью, формированием на дорогах снежных заносов, в некоторых областях выпадением мокрого снега, гололедицей и местами туманом.

Расчет проводился в домене 53° - 56°30' с.ш., 25°30' - 30°30' в.д., пространственным разрешением 30 км, 10 км, 5 км, 1 км, с использованием всех доступных в пакете WRF 3 моделей микрофизики, жидкой фазы и динамики.

Полученные результаты расчетов сравнивались с прогнозными и наблюдаемыми данными ГУ «Гидрометцентр» Республики Беларусь.

Показано, что расчет, проведенный с шагом в менее чем 10 км, позволяет детально отобразить особенности процессов на фронте и моделировать распределение основных метеопараметров: температура, давление, направление и скорость ветра. Особый интерес представляла ситуация отраженная в вертикальных разрезах атмосферы: в частности, в пределах высот 2-6 км наблюдались ярко выраженные циркуляционные ячейки, а так же интенсивные конвективные потоки, затрагивающие нижнюю стратосферу. Это свидетельствует о значительной роли стратосферных процессов в формировании погодных условий в тропосфере.

Корреляция модельных данных с данными наблюдений (приземная температура, атмосферное давление) составила не менее 80%.

Сделан вывод о применимости полученного набора параметров модели для анализа и прогноза погодных условий в районе базирования белорусской антарктической экспедиции (станция «Гора Вечерняя», «Молодежная»).

Структура поля ветра при волнах Кельвина-Гельмгольца по данным содарных измерений

Люлюкин В.С.

Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН
lyulyukin@gmail.com

ключевые слова:

содарные измерения, волны Кельвина-Гельмгольца, композитная форма и структура

В литературе существует много статей, посвященных так называемым волнам или валам Кельвина-Гельмгольца (ВКГ, «K-H billows»). К этому феномену относят, в частности, случаи появления на эхограммах содаров характерных картин вида «кошачий глаз» или «селечные кости». Изучение их структуры и механизмов образования осложняется тем, что их визуализация и регистрация возможна только с использованием дистанционных методов зондирования (содары, лидары, радары). Характеристики этих структур в атмосфере до сих пор мало изучены, хотя их значимость для перемешивания устойчивого АПС несомненна. Данная работа была посвящена исследованию структуры и динамических характеристик ВКГ путем построения композитных форм.

Для исследования были использованы данные непрерывных содарных измерений, проведенных на Звенигородской научной станции (2008-2011 гг) и в Антарктиде (зима 2010-2011 года). Из данных были отобраны порядка 20 примеров с выраженными наклонными полосами на эхограммах. Для каждого случая была построена композитная картина структуры и формы валов, полученная осреднением данных по отдельным отобраным полосам на эхограмме.

В результате были получены типичные картины пространственного распределения скорости, флуктуации и сдвига ветра в валах и выполнено их сопоставление с распределением интенсивности отраженного сигнала.

Метеорологическая модель прогноза общего содержания озона над территорией Российской Федерации

Нахаев М.И.

Гидрометцентр России
muratmeteo@mail.ru

ключевые слова:

ОСО, общее содержание озона, прогноз

В Гидрометцентре России был разработан регрессионный метод прогноза общего содержания озона (ОСО). Метод основан на связях ОСО с метеорологическими параметрами на стандартных уровнях атмосферы (верхняя тропосфера и нижняя стратосфера). Полученный метод разрабатывался в целях обеспечения устойчивости функционирования создаваемой технологии прогнозирования УФ-индекса в Гидрометцентре России в ситуациях сбоев поступления оперативных данных ОСО. В общем виде модель состоит из комплекса расчетных уравнений ($R^2 \approx 0.6-0.75$), для каждого месяца теплого сезона года (апрель - август) с меняющимся набором метеорологических предикторов. Заблаговременность модели составляет 24-48 часов. В 2011 году метод прошел независимые испытания и был утвержден Центральной методической комиссией по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам Росгидромета.

Условия образования опасных конвективных явлений над юго-востоком Западной Сибири

Разумова О. В., Горбатенко В. П.

Томский Государственный Университет
helgarazumova@gmail.com

ключевые слова:

неустойчивость, гроза, град.

В негидростатических мезомасштабных моделях (MM5, WRF) для прогноза развития грозы, града, шквала и других опасных явлений погоды, используются количественные значения индексов, характеризующие конвекцию по ряду параметров [1]. Одним из наиболее часто используемых индексов является конвективная потенциальная энергия. Изучение изменчивости значений этого индекса в конвективной атмосфере Западной Сибири при наличии грозы и града позволит учитывать эту характеристику в прогнозе этих явлений.

Противоположным в физическом плане индексом, является индекс, характеризующий толщину задерживающего слоя. Однако было замечено [2], что при наличии в утренние часы задерживающего слоя, конвекция в атмосфере Западной Сибири развивается более стремительно и чаще приводит к образованию опасных явлений. Оценка уровня энергии таких слоев в дни с зарегистрированными опасными явлениями (гроза, град), позволит включить эту характеристику в число предикторов для повышения качества прогноза.

Целью настоящей работы является изучение пределов изменчивости потенциальной конвективной энергии и энергии задерживающего слоя атмосфере Западной Сибири в дни с опасными явлениями.

Материалом для исследований послужили данные аэрологического зондирования атмосферы на станциях Колпашево и Новосибирск [3]. Анализировались параметры атмосферы в сроки 00 и 12 часов ВСВ за летние месяцы 2006 - 2010 гг. в дни, когда наблюдались гроза и град.

Определены пороговые значения индексов, при достижении которых в атмосфере Западной Сибири развивается мощная конвекция, и образуются гроза и град.

Получено, что значения индексов в дни с грозой и градом имеют статистически значимые различия и могут быть использованы для альтернативных прогнозов грозы и града.

Хорошо выражен суточный ход рассматриваемых индексов, и замечено, что пороговые значения индексов различаются в разные месяцы, что так же следует учитывать в прогнозе.

1. Горбатенко В.П., Константинова Д.А. Конвекция в атмосфере над юго-востоком Западной Сибири // Оптика атмосферы океана, 2009. - т. 22 - № 1. - с. 17-21.
2. Johns R.H., Doswell C.A. Severe local storms forecasting. Wea. Forecasting. - 1992 - P. 558-612.
3. Sounding Station Parameters and Indices [Электронный ресурс] - URL: <http://www.weather.uwyo.edu/upperair/indices.html> (дата обращения 15.01.2011).

К вопросу о расчете скорости ветра при вихревых движениях в мезомасштабных процессах

Семенова Ю. А.^{1,2}, Закинян Р. Г.¹, Смерек Ю. Л.¹

¹Ставропольский государственный университет

²Ставропольский ЦГМС

brilliance_wave@mail.ru

ключевые слова:

уравнения Навье - Стокса, уравнение Бернулли, уравнение Эйри

На данный момент проблема прогнозирования скорости ветра все еще остается актуальной проблемой физики атмосферы [1].

В работе приводится решение уравнения Навье - Стокса для расчета скорости ветра в мезомасштабных процессах. Оценка влияния силы Кориолиса на вихревые движения протяженностью порядка 10 и 1000 км, показала, что характерное время процессов составляет 15 минут и 25 часов соответственно. Таким образом, при рассмотрении вихревых движений воздушных масс следует учитывать влияние силы Кориолиса для синоптических масштабов порядка 1000 км.

В задаче рассматривается система уравнений, представляющих собой проекции уравнения Навье - Стокса на декартовы оси координат совместно с уравнением неразрывности, записанных для стационарного случая. Решение проводится для частного случая зависимости составляющих скорости движения воздушных масс от соответствующей координаты, при этом учитывается, что движение происходит в горизонтальной плоскости вдоль параллели.

С учетом вышеуказанных предположений, полученное выражение при отсутствии вязкости преобразуется в уравнение Бернулли, решение которого позволяет сделать оценку скорости движения воздушных масс при заданном изменении давления вдоль горизонтальной прямой.

Решая далее уравнение Навье - Стокса в проекции на горизонтальную ось для стационарного случая с учетом вязкого трения и при условии линейной зависимости давления от координаты получаем уравнение Риккати. Используя подстановку Коула-Хопфа, последнее может быть преобразовано в уравнение Эйри. Решение уравнения Эйри записывается с помощью функции Эйри первого рода. Возвращаясь к исходной функции для скорости движения воздуха, получаем зависимость последней от горизонтальной координаты при условии постоянства градиента давления вдоль параллели [2]. Сравнение результатов расчетов скорости воздуха для двух рассмотренных случаев указывает на необходимость учитывать вязкость при исследовании процессов движения воздушных масс.

1. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, Ленинград: Гидрометиздат, 1986, Часть I, 704 с.

2. Семенова Ю. А., Закинян Р. Г. К расчету скорости ветра// Физическое образование в вузах. Приложение. 2012. Т. 18. №1.

Роль ледяной фазы в формировании конвективных ячеек

Табальчук Т. Г.^{1,2}, Бородко С. К.^{3,2}

¹ Белорусский государственный университет, Географический факультет

² Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы БГУ

³ Белорусский государственный университет, Физический факультет
tatyana_t.1@mail.ru

ключевые слова:

облака вертикального формирования, вертикальная конвекция, ледяная фаза.

В работе представлены расчеты случаев экстремальной конвекции в атмосфере над территорией Беларуси (лето 2010, 2011), которые были проведены с целью изучения роли образования ледяной фазы в процессе формирования и развития облаков. Математическое моделирование метеорологических процессов проводилось на основе Weather Research and Forecasting (ARW System Version 3). Вычисления проводились на область 2500 * 2500 км с центром в 53,83 с.ш. и 27,47 в.д. с шагом сетки 10 км и менее. В процессе расчетов был использован полный набор микрофизических параметров, доступных в пакете ARW3. Проверено соответствие результатов моделирования и реальных метеорологических данных.

Выбранные случаи наблюдались в зоне холодных атмосферных фронтов, где свободная конвекция сопровождается принудительной конвекцией, способствуя тем самым формированию суперячеек. Такие ячейки характеризуются высокими вертикальными скоростями. В этих условиях принципы саморегулирования микрофизических процессов могут изменяться. Такие случаи наблюдаются довольно часто и представляют определенный интерес.

Расчёт также показал, что при больших скоростях протекания микрофизических процессов, происходящих в облаке, неучёт формирования ледяных кристаллов при анализе даже на сетке с большим горизонтальным шагом (< 10 км) приводит к значительным изменениям параметров модели облака.

Кроме того, скорость протекания микрофизических процессов может служить дополнительным фактором, ограничивающим пространственные и временные разрешения модели.

Исследование развития озоновых аномалий с использованием моделей мезопрогнозирования

Шлендер Т.В.¹, Бородко С.К.^{2,3}

¹Белорусский государственный университет, Географический факультет

²Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы БГУ

³Белорусский государственный университет, Физический факультет

timajava@mail.ru

ключевые слова:

озоновые аномалии, моделирование, озон

Данная работа направлена на исследование динамики стратосферного озона, в частности влияние тропосферных процессов на развитие озоновых аномалий. Целью работы является при помощи мезомасштабной модели исследования и прогноза погоды WRF, адаптированной для цели работы, выявить взаимосвязи между барическими образованиями тропосферы и стратосферы, а также их влияние на структуру распределения стратосферного озона на примере озоновой стратосферной озоновой аномалии 1.01.1998г. над территорией Европы без условий фотохимических процессов. Результаты расчета подтвердили предшествующие работы сотрудников НИЦМО БГУ, что озоновым аномалиям, достигающим территории РБ, как правило, соответствуют "дипольные" структуры барических образований в тропосфере и стратосфере, причем эти структуры движутся вместе с аномалией (отрицательной или положительной). Если аномалия положительная, то над циклональной ситуацией в приземном слое, формируется антициклональная ситуация на высоте выше примерно 20 км. Полученные данные углубляют наши знания относительно механизма образования отрицательных озоновых аномалий, которые в весенне-летний период могут приводить к повышенным уровням приземного УФ-излучения, и могут быть использованы для прогностических целей.

Анализ циклонической активности в атмосфере высоких широт Северного полушария

Акперов М.Г., Мохов И;И.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
aseid@ifaran.ru

ключевые слова:

полярные циклоны, модель, NIRNAM

Проведен анализ характеристик циклонической активности (времени жизни циклонов, их интенсивности и размеров) и их вариаций в атмосфере высоких широт Северного полушария на основе разных данных, в том числе данных реанализа разного пространственного разрешения. В сопоставлении с характеристиками циклонов, полученными на основе разных данных, оценивается способность климатических моделей разного пространственного разрешения адекватно описывать циклоническую активность и ее изменения в атмосфере высоких широт.

Влияние изменения климата на динамику основных характеристик криолитозоны в XXI веке

Аржанов М.М.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
arzhanov@ifaran.ru

ключевые слова:

изменения климата, криолитозона, моделирование

Представлены оценки возможных изменений основных климатических характеристик в Северном полушарии в XXI веке с глобальной климатической моделью ИФА РАН при сценариях антропогенного воздействия RCP (2.6, 4.5, 6.0, 8.5). Глобальное среднегодовое потепление у поверхности в XXI веке составляет 0.8-2.7°C, при этом увеличение среднегодовой температуры над сушей внутритропических широт Северного полушария составляет 1.2-5.3°C в зависимости от сценария. При всех рассматриваемых сценариях наибольший рост среднегодовых осадков получен в центральной Азии (10-33%) и на севере Канады (7-24%). Наименьший рост количества среднегодовых осадков получен в южных областях Северной Америки и Средиземноморья. Уменьшение площади снежного покрова к концу XXI века по сравнению с началом составляет 5-14 млн. км². Рост снегозапаса происходит в высоких широтах центральных регионов Евразии и Северной Америки, уменьшение - в Тибете, Чукотке, Аляске. К концу XXI века происходит сокращение площади приповерхностных многолетнемерзлых грунтов на 6-13 млн. км² в зависимости от сценария в результате деградации приповерхностной мерзлоты в западной Сибири и Северной Америки. При наиболее агрессивном сценарии антропогенного воздействия RCP 8.5 деградация приповерхностных многолетнемерзлых грунтов происходит также в восточной Сибири в результате увеличения продолжительности бесснежного периода при положительной приповерхностной температуре. Режим сезонного протаивания к концу XXI сохраняется в центральной Сибири, Тибете. Глубины сезонного протаивания в центральной Сибири увеличиваются до 1.5-2 м при умеренных сценариях антропогенного воздействия и до 2-2.5 м при агрессивном сценарии RCP 8.5. В Тибете не происходит значительного увеличения глубин сезонного протаивания, что связано с небольшой продолжительностью бесснежного периода и уменьшением толщины снежного покрова в зимний период.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, ФЦП (ГК No. 16.525.11.5013).

Особенности барического режима на территории Приволжского федерального округа

Аухадеев Т.Р.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет
timur-aukhadeev@rambler.ru

ключевые слова:

Барический режим, взаимосвязи, прогноз будущего.

Целью работы было изучение пространственно временных особенностей распределения атмосферного давления на территории Приволжского ФО и выявление его связей с другими климатообразующими показателями.

Актуальность исследования заключается в возросшем интересе к изменению климата и его негативных проявлений.

В результате, за период 1966-2004гг., были выявлены закономерности географического распределения, периодических и непериодических колебаний, и выражены взаимные связи приземного атмосферного давления с такими характеристиками как: количество атмосферных осадков, температура приземного воздуха др.

В целом, тренды среднегодовых значений атмосферного давления направлены в сторону убывания, что указывает на возрастание повторяемости циклонов на территории округа.

Коэффициенты корреляции рядов атмосферного давления и количества атмосферных осадков имеют среднее значение равное -0,64, принимая значения в пределах от -0,37 до -0,82. Наиболее явная связь на территории республики Башкирия ($r_{\text{ср}}=-0,72$), и наименее явная- на территории республики Чувашия ($r_{\text{ср}}=-0,57$).

Корреляция рядов среднемесячного атмосферного давления и температуры воздуха имеет более сложный ход. С прямой связью (положительными r) в теплое время года и обратной (отрицательными r) в холодное время.

Кроме того, рассматривались вариации значений приземного давления и сопоставление их с вариациями метеорологических рядов других параметров атмосферы. По величинам вариации давления, рассматриваемый регион был поделен на зоны и выполнено картирование.

Проведен анализ перестройки барического поля от одного сезона года к другому. Сопоставлялись также поля других параметров атмосферы с полем приземного давления, анализировались корреляционные связи.

Особое внимание автором было уделено изучению влияния солнечной активности (чисел Вольфа) и индексов североатлантического колебания (САК) на вариации приземного давления в данном регионе.

Термический режим пограничного слоя атмосферы Западной Сибири

Ахметшина А.С., Огурцов Л.А.

Томский государственный университет

A8Anuta@mail.ru

ключевые слова:

температурные инверсии, климатические характеристики, пограничный слой атмосферы

Важной особенностью строения атмосферы являются инверсии температуры. Инверсии оказывают непосредственное влияние на многие явления в атмосфере. С ними связано формирование и эволюция слоистой облачности, тумана, дымки, мглы. В нем возникают особые явления рефракции света (миражи) и волноводы, благоприятные для дальнего распространения радиоволн и звука. Приземные и приподнятые инверсии температуры, имеющие устойчивую стратификацию, являются задерживающими слоями, так как препятствуют распространению примесей в атмосфере.

В данной работе исследована внутригодовая изменчивость среднемесячного количества дней с приземными, высотными и мощными инверсиями, повторяемость, средняя и абсолютная максимальная непрерывная продолжительность приземных, высотных и мощных инверсий температуры, средние многолетние значения инверсий температуры. Построены карты распределения данных климатических характеристик в период 1990- 2010 гг.

В целом, исследования температурной стратификации нижней атмосферы проводились и для территории Западной Сибири, и для г. Томска в частности. Но данные исследования основаны на небольшом объеме данных в связи с отсутствием систематических и регулярных наблюдений за вертикальным распределением температуры воздуха в городе Томске. Это осложняет возможность изучения этого природного явления. В связи с этим данными для исследования послужили 6 часовые данные реанализа NCEP/NCAR (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis/reanalysis.shtml>), описывающие температуру воздуха на высотах 1000 гПа, 925 гПа и 850 гПа с пространственным разрешением $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$.

Полученные результаты о температурной стратификации пограничного слоя атмосферы Западной Сибири могут быть полезны для проверки надежности климатических моделей, для прогноза загрязнения атмосферы, для оценки степени устойчивости атмосферы, т. е. способности атмосферы рассеивать загрязняющие примеси, необходима оперативная информация о вертикальной температурной стратификации атмосферы.

Изменения климата Приволжского федерального округа и вопросы экологической безопасности

Важнова Н.А., Переведенцев Ю.П.

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Nadezhda.Vazhnova@ksu.ru

ключевые слова:

температура воздуха, атмосферные осадки, коэффициент наклона линейного тренда

Проблема глобальных и региональных изменений окружающей среды и климата стала в настоящее время как никогда актуальной в связи с усиливающимся влиянием различных факторов, в том числе антропогенных [2].

В настоящей работе главное внимание уделено изменению основных показателей климата на территории Приволжского федерального округа (ПФО) за последние десятилетия (1955 - 2010 гг.). При этом особое внимание уделено температурно-влажностному режиму, проблеме пожароопасности в летний период и вопросам адаптации к изменяющимся климатическим условиям. С этой целью рассчитывались индексы Селянинова, Педя и Нестерова [1].

Согласно результатам анализа, температура воздуха в исследуемый период повсеместно возрастала. Значения коэффициента наклона линейного тренда (КНЛТ) годовой температуры меняются в пределах 0,25 - 0,30°C/10 лет, причем очаги максимальных значений (0,35°C/10 лет) формируются в районе крупных городов (Казань, Киров). Следует отметить, что в среднем по ЕЧР среднегодовая температура воздуха повысилась за последние 100 лет примерно на 1°C, т.е. темпы современного потепления в ПФО заметно выше. Зимние значения КНЛТ заметно превышают летние.

Годовое количество осадков в ПФО имеет слабую тенденцию к временному росту на большей части его территории. Особенно это заметно в южной части, а также на северо-востоке, где КНЛТ достигает 5мм/10 лет. В наименьшей степени это повышение коснулось центральной части региона и особенно его западных территорий.

Из экстремальных метеорологических событий следует отметить морозную зиму 2009/10 года, после которой в мае - августе 2010 г. на территории ПФО установилась жестокая засуха, что привело к массовой гибели посевов и многочисленным лесным пожарам, гибели десятков людей и населенных пунктов. Прирост осадков происходит преимущественно за счет теплого периода. Так, в районах Димитровграда и Ижевска значение КНЛТ достигло 15мм/10 лет.

1. Мохов И.И., Чернокульский А.В., Школьник И.М. Региональные модельные оценки пожароопасности при глобальных изменениях климата / ДАН. 2006. Т. 411. № 6. С. 808 - 811.
2. Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Верещагин М.А. и др. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья. Казань: Центр инновационных технологий, 2011. 296 с.

Выявление климатической составляющей погодного сигнала, с помощью вейвлет анализа

Васильев Д.Ю.¹, Шрамков Я.Н.²

¹Башкирский государственный аграрный университет

²Институт космических исследований РАН

vasilievdy@yandex.ru

ключевые слова:

вейвлеты, цикличность гидрометеорологических характеристик, климатический тренд

Работа посвящена исследованию временных рядов, представляющих собой среднемесячные значения температуры атмосферного воздуха на высоте 3 метров по данным трех метеорологических станций: г. Уфа (1917-2000 гг.), г. Бирск (1916-2000 гг.), пос. Чишмы (1913-2000 гг.). Основной задачей являлось выявление климатических трендов с помощью вейвлет-анализа, т.е. разложения одномерного сигнала по базису. В качестве ядра (материнской функции) использовался вейвлет Морле. Исходный ряд экспериментальных данных сглаживался методом скользящего среднего (с окном в один год) и осреднялся по году вследствие доминирования годичной гармоника. С помощью базисной вейвлет-функции, т.е. посредством ее масштабных изменений и сдвигов по всему периоду наблюдений, в погодном сигнале выявлялись "скрытые" циклы. Поскольку первоначальный интерес представлял лишь установление климатического тренда, то высокочастотная составляющая сигнала не учитывалась, а принимались во внимания циклы с периодом 4 и более лет. Так были обнаружены периоды в 4, 8, 11, 16 и 22 года. Полученные таким образом результаты были проверены на статистическую значимость с помощью критерия "красного шума".

Оценки регионального отклика приземных атмосферных концентраций монооксида углерода (CO) на эмиссии от природных пожаров в Сибири на основе численных моделей RAMS и HYPACT.

Васильева А.В.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
vivechar@gmail.com

ключевые слова:

природные пожары, атмосферный CO, численное моделирование

На основе численного решения уравнения переноса и турбулентной диффузии с помощью модели HYPACT, исследуется сезонная динамика поля приземного CO в результате эмиссий от природных пожаров в Северной Евразии. Поля скоростей ветра и коэффициентов турбулентного обмена рассчитываются по термогидродинамической модели атмосферы RAMS с использованием метеополей анализа NCAR NCEP FNL. Поля эмиссий от пожаров рассчитываются автором по модели Сейлера-Крутцена на основе спутниковых данных MODIS [1]. Химический сток CO через реакцию с гидроксидом OH параметризуется с помощью константы времени жизни (от 2 недель до 2 месяцев, в зависимости от сезона). Расчеты сравниваются с наблюдениями CO на фоновой станции мониторинга Зотино в Красноярском крае [2] в 2007-2008 гг. Показывается, что атмосферный отклик приземного CO на эмиссии от пожаров на юге Сибири весной 2008 г. составил 2.9 ppb по данным наблюдений и 3.0 ppb по модельным расчетам, что свидетельствует о корректности последних по крайней мере в масштабах сезона. При этом, в модели не удалось воспроизвести наблюдаемую внутрисезонную динамику отклика на эмиссии от пожаров с максимумом в мае. Предположительно, это может быть связано с недостаточным учетом в модели эмиссий CO от пожаров в стадии тления. Полученный результат рассматривается автором как обоснование для последующей работы, связанной с оценками отклика крупномасштабного поля приземных концентраций CO над континентом на эмиссии от природных пожаров в отдельных регионах Северной Евразии. Полученные результаты позволяют уточнить роль природных пожаров в региональном балансе углерода в атмосфере средних и высоких широт Северного полушария, имеющем важное значение при исследованиях долгопериодных изменений состава атмосферы и климата.

1. Вивчар А.В., Моисеенко К.Б., Панкратова Н.В. Оценки эмиссий оксида углерода от природных пожаров в северной Евразии в приложении к задачам регионального атмосферного переноса и климата // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2010. Т. 46, № 3. С. 307 -320.
2. Vasileva A.V., et al. Assessment of the regional atmospheric impact of wildfire emissions based on CO observations at the ZOTTO tall tower station in central Siberia // J.Geophys. Res. 2011. V. 116. D07301.

Применение стохастического моделирования для реконструкции по временным рядам модели явления Эль-Ниньо средней сложности

Гаврилов А.С., Мухин Д.Н., Лоскутов Е.М., Фейгин А.М.

Институт прикладной физики РАН
ansega@inbox.ru

ключевые слова:

временной ряд, стохастическая модель, Эль-Ниньо

Явление Эль-Ниньо (ENSO) является климатическим феноменом регионального масштаба, оказывающим существенное влияние на глобальные климатические процессы, а также коррелирующим с климатическими явлениями, происходящими в других частях Земного шара. К настоящему времени известно большое количество моделей различной сложности, построенных из первых принципов для описания динамики этого явления. В частности, используются детальные модели, основанные на глобальных моделях циркуляции атмосферы и океана, а также более простые модели, описывающие ключевые для данной системы обратные связи и взаимодействия. Анализ структуры пространства параметров таких моделей показал, что в нем существуют области, соответствующие качественно различным динамическим режимам (как хаотическим, так и периодическим и устойчивым). Аналогичные режимы поведения были обнаружены и при анализе реально измеренной изменчивости явления Эль-Ниньо.

В работе рассматривается проблема прогноза качественных переходов в динамике явления Эль-Ниньо по временным рядам. Для этой цели используется подход, основанный на построении параметризованной стохастической модели дискретного оператора эволюции. Такая модель имеет форму суперпозиции детерминированной функции и стохастической компоненты в форме неоднородно распределенной по фазовому пространству случайной функции. Для параметризации функций используются искусственные нейронные сети с соответствующими априорными ограничениями.

Демонстрируется возможность прогноза по временным рядам, порожденным моделями средней сложности (модель Джина-Нилина), на времена, сравнимые с временами наблюдения. Показан прогноз основных качественных переходов по рядам, полученным с использованием аппарата эмпирических ортогональных функций. Также с помощью использования байесовой обоснованности для выбора оптимальной модели проведено сравнение с подходом, основанным на методе эмпирической редукции модели, разработанном в UCLA.

Возможность влияния циркуляционных условий в весенней стратосфере на циркуляцию тропосферы летом в Северном полушарии

Девятова Е.В.¹, Мордвинов В.И.¹, Марченко О.Ю.², Ознобихина О.А.¹

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН

²Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН
devyatova@iszf.irk.ru

ключевые слова:

общая циркуляция атмосферы, вихревая активность, тропосфера

В работе на основе среднесуточных данных из архива NCEP/NCAR Reanalysis с 1950 по 2011 г. проведено исследование долговременных изменений корреляционных связей между циркуляционным режимом в стратосфере весной и погодными условиями в летней тропосфере Северного полушария. Выделено несколько периодов с различным характером корреляционных связей. Проведено сопоставление выявленной в корреляционных распределениях динамики с долговременными изменениями общей циркуляции атмосферы в весенне-летний период. Особое внимание уделено долговременным изменениям метео- и гидрохарактеристик на территории Восточной Сибири, Монголии и Китая.

Оценка климатических условий функционирования автомобильной отрасли Томской области

Иванова Н.С., Кужевская И.В.

Томский государственный университет

ivnase@sibmail.ru

ключевые слова:

Автомобильные климатические ресурсы, опасные метеорологические условия.

Реалистичная оценка современных климатических ресурсов и их возможных изменений в будущем является основой для выработки долгосрочной стратегии планирования и оптимизации производительных сил в автомобильной отрасли. Такая постановка вопроса определяет необходимость развития для России региональных прогнозов вариаций АКР и в связи с территориальными природно-обусловленными различиями экономики и из-за неравномерности проявления климатических изменений.

Подробно рассмотрено влияние опасных и особо опасных для автотранспорта метеорологических явлений первой группы, к каким относятся переход (единожды за сутки или многократно) температуры воздуха через 0 °С и температура воздуха ниже или равная -25 °С. Рассматриваемые показатели можно назвать эффективными с учетом интересов автомобильной отрасли. Кроме того, проведено описание климатического режима территории, для которого использовались климатические характеристики, а так же оценена пространственно-временная изменчивость рассматриваемых опасных условий.

Проанализированы опасные метеорологические условия, характеризующие эксплуатацию автомобильных дорог в холодный период года. Проведена оценка динамики рассматриваемых опасных условий. Рассчитан ряд прикладных климатических показателей, необходимых для обеспечения оптимального функционирования и эксплуатации дорог.

Для решения задач районирования территории по характерному распределению числа дней с переходом, использована известная статистическая процедура объективного (кластерного) анализа, в частности алгоритмом k-средних (k-means), который позволяет продемонстрировать пространственное согласование и оценить степень взаимосвязей исследуемых объектов. Проведена оценка качества группирования внутрисезонной составляющей для характеристики числа дней с опасными явлениями.

Особенности биоклиматических условий Приволжского федерального округа (ПФО)

Исаева М.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет
1marina.isaeva@mail.ru

ключевые слова:

биоклимат, биоклиматические индексы, комфортные условия

Биоклимат - важный природный ресурс, от которого зависит комфортность ощущений и самочувствие человека. Для оценки теплового состояния человека используются биоклиматические индексы, которые позволяют определить уровень его тепловой или холодовой нагрузки [4]. Наиболее часто используется эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), учитывающая комплексное влияние температуры, влажности воздуха и скорости ветра [1]. На территории ПФО в холодный период ЭЭТ изменяется от -29,2 до -18,0°C, что характеризует теплоощущения как «очень холодно». В Оренбургской и Кировской областях, Удмуртии, Пермском крае - «угроза обморожения». Значения ЭЭТ в теплый период изменяются от 4 до 13 °C. Север Кировской области, Пермского края и Нижегородской области находятся в зоне «умеренно прохладно». На остальной территории - «прохладно». Исключение - южные станции, где биоклиматические условия оцениваются как «комфортно (тепло)». Для оценки теплового состояния человека в холодный период используется «приведенная температура» ($t_{прив}$), характеризующая теплопотери человека в зависимости от сочетания значений температуры и скорости ветра, приравненные к теплопотерям той же температуры воздуха, но в условиях безветрия [2]. На территории ПФО $t_{прив}$ находится в пределах от -19,7 до -29,4°C, что характеризует зимние условия как дискомфортные с ограниченным временем прогулок на воздухе. Условия значительного дискомфорта наблюдаются лишь на востоке Оренбургской области. Радиационная эквивалентно-эффективная температура (РЭЭТ) - показатель теплового ощущения человека в летний период под влиянием комплексного воздействия температуры и влажности воздуха, скорости ветра, солнечной радиации [3]. На территории ПФО РЭЭТ с мая по сентябрь изменяется от 16,4 до 23,6°C. Биоклиматические условия Саратовской, Самарской и Оренбургской областей оцениваются как «комфортно-тепло», а на остальной территории - «прохладный субкомфорт». Исключением является северо-восток Пермского края, где «холодный дискомфорт».

1. Исаев А.А. Экологическая климатология. М.: Научный мир, 2001. 458с.
2. Климатические ресурсы и методы их представления для прикладных целей/ Под ред. К.Ш.Хайруллина. СПб.: Гидрометеоздат, 2005. 231с.
3. Русанов В.И. Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1981. 86с.
4. Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации/ Под ред. Н.В.Кобышевой, К.Ш.Хайруллина. СПб.: Гидрометеоздат, 2005. 319с.

Многолетние изменения температуры грунта на разных глубинах в Москве

Корнева И.А., Локощенко М.А.

МГУ им. М.В.Ломоносова, Географический факультет
comissa@mail.ru

ключевые слова:

температура грунта, климатические тренды, подземный городской "остров тепла"

Современные изменения климата исследуются, как правило, на основе рядов данных о температуре воздуха на стандартном уровне 2 м. Однако для более полного понимания причин изменений необходим также анализ многолетней динамики температурного режима на высотах, а также деятельного слоя почвы. В Метеорологической обсерватории МГУ с 1954 года измеряется температура поверхности и на 11 глубинах грунта от 5 до 320 см: от 5 до 20 см - только в тёплый период, а на восьми глубинах от 20 до 320 см - всегда, причём синхронно как под естественным покровом, так и на специальном оголённом участке площадью 12х20 м [1]. Наблюдения на этом участке не предусмотрены Росгидрометом; вероятно, он - единственный в Европейской России. Температурный режим здесь воспроизводит условия городских поверхностей, очищаемых зимой от снега: тротуаров, дорожных покрытий и пр.

Задачей работы явился анализ многолетних изменений температуры на разных глубинах и выявление их закономерностей в сравнении условий естественного покрова и обнажённой поверхности. Показано, что общее потепление грунта под обнажённой поверхностью происходило за последние полвека значительно быстрее, нежели под естественным покровом - по-видимому, вследствие теплоизолирующей роли последнего (слоя дернины и травостоя, а также снежного покрова зимой). Коэффициент в уравнении линейного тренда изменений среднегодовой температуры грунта на глубине 320 см за период 1957-2011 гг. составляет под естественным покровом +0,01 град/год, а под обнажённой поверхностью +0,03 град/год. Сравнение с измерениями под естественным покровом на нескольких станциях в Подмоскowie (Можайск, Подмосковная, Павловский Посад и Коломна) показывает, что в среднем температура в Москве (в МГУ) на тех же глубинах больше на несколько десятых долей градуса - даже по сравнению с условиями юга области (Коломна). Вероятной причиной этого служит влияние городского «острова тепла» в атмосфере столицы, проявляющееся в виде более сильного здесь потока тепла в почву.

1.Справочник эколого-климатических характеристик г.Москвы (по наблюдениям Метеорологической обсерватории МГУ), том 1. М., МГУ, 2003, 300 с.

Режим УФ-радиации на юге Западной Сибири

Косторная А.А.

Томский государственный университет
kostornaya_an@mail.ru

ключевые слова:

эритемная радиация, УФ-В-радиация

УФ радиация действует, главным образом, на глаза, кожу, а также иммунную систему организма. Эритемная чувствительность человеческой кожи изменяется в годовом ходе, достигая максимума весной и осенью и минимума летом. Действие облучения начинается лишь с некоторого порогового значения дозы. Эритемная чувствительность кожи и, следовательно, пороговая доза, меняется не только с длиной волны УФ-радиации, но и в зависимости от физиологических и патологических условий.

В данной работе были обработаны среднесуточные данные по средней мощности дозы радиации за один час ($\text{Вт}/\text{м}^2$), пропусканию атмосферы (%), максимальной дозе радиации ($\text{Вт}/\text{м}^2$) и интегральной дозе радиации ($\text{Дж}/\text{м}^2$) для СIE, УФ-Б и УФ-А за период с 1 апреля 2006 по 9 августа 2011. Данные получены с прибора - измерителя освещенности NILU-UV. Многоканальный радиометр NILU-UV измеряет УФ-освещенность в пяти каналах с центральными длинами волн 305, 312, 320, 340 и 380 нм. Прибор установлен на метеостанции климато-экологической обсерватории ИМКЭС СО РАН. Были рассчитаны среднeminутные значения и суммарные значения дозы радиации и пропускающей способности атмосферы, среднемесячные и среднегодовые значения всех величин. Полученные данные сравнивались со средними пороговыми значениями интенсивности излучения (по данным авторов [1]) УФ-радиации, при котором необходима защита людей (пороговая эритема достигается через 15 минут). Проведен анализ временного хода УФ-радиации. Рассчитаны дни с превышениями пороговых значений и произведен анализ опасности УФ. Построены средние суточные хода величин за месяцы с наибольшим излучением. Проведена оценка продолжительности солнечного сияния за исследуемый период.

1. Стржижовский А.Д. Медико-биологические и экономические последствия истощения стратосферного озона // Радиационная биология. Радиозоология. - 1998.- Т. 38.- Вып. 2.- С. 238-246

Влияние солнечных протонных событий на озоносферу

Лисица С.М.

Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы БГУ
s.lisica.89@tut.by

ключевые слова:

солнечные протонные события, метод наложения эпох, общее содержание озона

Изучение солнечно-земных связей представляет большой интерес, что подтверждается большим количеством публикаций на эту тему. Передача воздействий солнечных процессов из верхних слоев атмосферы в нижние осуществляется посредством нескольких механизмов, одним из которых является озонный механизм. В данной работе определен характер реакции общего содержания озона (ОСО) в атмосфере на воздействие солнечных протонных событий (СПС). Анализировались данные наземных и спутниковых измерений ОСО за период 1976 - 2011 г.г., для которого центром прогноза космической погоды NOAA подготовлен календарь СПС. Наземные измерения ОСО представлены временными рядами озонметрических станций (более 20) Северного полушария, расположенных в умеренных и полярных широтах. Основным методом анализа является метод наложения эпох (МНЭ), реперной датой принята дата начала СПС, длина выборок 91 день (30 до и 60 дней после реперной даты). Полученная МНЭ кривая построена на основании более 2000 выборок. Спутниковые данные ОСО использовались для заполнения пропусков в данных наземных измерений и для проверки сомнительных значений. По результатам анализа можно утверждать, что озоносфера реагирует на протонные вспышки квазипериодическим колебанием с периодом около 5-6 дней.

Исследование влияния глобальных климатических изменений на динамику шторм-треков Северного полушария

Мартынова Ю.В.^{1,2}, Крупчатников В.Н.¹

¹Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт

²Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН

FoxyJ13@gmail.com

ключевые слова:

шторм-треки, нестационарные вихри, климатические изменения

Нестационарные вихри в шторм-треках средних широт являются важным механизмом переноса энергии, момента и влаги в климатической системе. Работа посвящена исследованию изменения интенсивности и основных маршрутов распространения нестационарных вихрей (2-8 сут.) вследствие глобальных климатических изменений. Авторы исследуют степень влияния внешнего климатического форсинга, связанного с увеличением концентрации CO₂, на интенсивность и расположение шторм-треков. С помощью стандартного полосового фильтра [1], из ежедневных данных моделирования выделяются нестационарные вихри с периодами 2-8 суток, на основе которых строятся статистики для сравнения различных сценариев. В данной работе внешний климатический форсинг, задавался, согласно сценарию SRES A2. Таким образом, были рассмотрены два климатических сценария. Первый сценарий является контрольным (CONTROL), т.е. концентрация углекислого газа в атмосфере постоянна и составляет 360 ppm. Исследования проводились с помощью идеализированной модели климатической системы [2]. Для оценки реакции климатической системы сравнивались два равновесных состояния: CONTROL и SRES A2. Кроме чувствительности динамики шторм-треков, рассмотрены и другие особенности «теплого» климата при сравнении с «современным» климатом.

1. Blackmon M.L. A climatological spectral study of the 500 mb geopotential height of the Northern Hemisphere // J. Atmos. Sci. 1976. V. 33, N.8. P. 1607-1623.

2. Fraedrich K., Jansen H., et al. The Planet Simulator: Towards a user friendly model // Meteorologische Zeitschrift. 2005. Vol. 14, N. 3. P.299-304.

Связь изменчивостей потоков тепла в Северной Атлантике с климатом северных и умеренных широт Евразии

Морару Е.И., Логинов С.В., Ипполитов И.И.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН

janey@sibmail.com

ключевые слова:

осадки, испарение, Северная Атлантика

Целью работы являлось выявление связи потоков скрытого и явного тепла в Северной Атлантике с температурой приземного воздуха и осадками в Северной Евразии.

Для описания изменчивости гидрометеорологических величин в Атлантике было выбрано 7 пространственных районов: район, расположенный на экваторе, районы соответствующие известным энергоактивным зонам океана: Бермудской, Ньюфаундлендской и Норвежской. Кроме того, были рассмотрены 3 зоны внутренних водоемов: Средиземного, Чёрного и Каспийского морей.

Среднемесячные гидрометеорологические характеристики океана брались из базы данных ICOADS, а для описания метеовеличин на территории Евразии использовался реанализ Reanalysis 20th v2. Из исходных рядов удалялись линейный тренд и годовой ход.

Показано, что максимальные корреляционные связи (0,7 - 0,8) наблюдались между температурой воздуха в Евразии и температурой поверхности Средиземного моря, а также между осадками в Евразии и температурой воздуха в Бермудской энергоактивной зоне и в Средиземном море (0,6 - 0,7). По территории Евразии связь изменчивостей гидрометеорологических величин суши и океана распределена неравномерно с максимумом в Средиземном море, Европе, Дальнем востоке, Сибири.

Связь между периодичностями в анализируемых рядах определялась по коэффициенту когерентности. Максимальный коэффициент когерентности между метеорологическими характеристиками и индексом NAO (0,75 - 1) приходится на пары, связанные с влагопереносом. Наиболее заметно эта связь выделяется в квазидесятилетних колебаниях при описании переноса влаги из Атлантики в Евразию. На территории Евразии выделяется несколько областей с высоким коэффициентом когерентности: Забайкалье, Междуречье Оби и Иртыша, Северо-запад России с максимумом в Белом море. Наибольшая связь наблюдается в Средиземном море. Изменчивость осадков в Евразии, как на Европейской территории, так и Азии, связана с изменчивостью испарения с поверхности Северной Атлантике и с циркуляцией, которую описывает индекс NAO.

Исследование потенциальной предсказуемости климата в масштабах десятилетий по данным климатической модели ИВМ РАН.

Никитин М.А.¹, Володин Е.М.²

¹МГУ им. Ломоносова, Географический факультет.

²Институт вычислительной математики РАН

Arhin@yandex.ru

ключевые слова:

предсказуемость климата, краткосрочные климатические изменения

В последнее время значительно возрос интерес к краткосрочным прогнозам климата. В отличие от долгосрочных климатических прогнозов, в которых в качестве граничных условий используются различные сценарии выбросов парниковых газов, в краткосрочных прогнозах основное внимание уделяется взаимодействию океана и атмосферы. Так как процессы в океане обладают большой временной инерцией, то появляется возможность прогнозировать климатические изменения на временных масштабах 5-30 лет. Пристальное внимание этой теме уделяют при подготовке пятого отчета межправительственной группы экспертов по изменению климата.

Основным направлением работы являлась оценка теоретической предсказуемости климата на масштабах десятилетия. Для этого использовались ансамблевые расчеты с различных начальных условий. В их качестве используются различные года пятисотлетнего модельного преиндустриального эксперимента. Таким образом, в данном эксперименте прогнозируется не реальный, а модельный климат. Число членов ансамбля равно десяти, время счета модели - 10 лет, общее количество ансамблей - 10.

Для оценки предсказуемости необходимо вычислить дисперсию сигнала (изменчивость, определяющуюся начальными условиями) и дисперсию шума (изменчивость, определяющуюся случайными погрешностями в разных реализациях ансамбля). Хорошая предсказуемость наблюдается в тех областях, где отношение дисперсий сигнала и шума больше единицы.

Оценка потенциальной предсказуемости показала, что в поле приземной температуры предсказуемость наблюдается в Южном океане вокруг Антарктиды (отношение сигнала к шуму достигает 9-10), а также в северной части Тихого океана. В приполярных широтах наблюдается очень хорошая предсказуемость потока тепла в Мировом океане. Также оценена предсказуемость различных климатических индексов. В частности, отношение сигнала к шуму для проекции поля температуры на первый естественный ортогональный вектор 500-летнего модельного ряда температуры составляет 1,7.

Центры действия в атмосфере: анализ изменений по данным наблюдений, реанализа и моделей.

Никитина Н.Г.¹, Мохов И.И.²

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, Географический факультет
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
natavrame@yandex.ru

ключевые слова:

Центры действия атмосферы: оценки изменчивости по разным данным

Проведен анализ характеристик центров действия атмосферы (интенсивности и широтно-долготного положения) и их вариаций на основе разных данных, включая различные данные реанализа и результаты расчетов с глобальными климатическими моделями для полей давления. Особый акцент был сделан на анализе центров действия атмосферы Северного полушария, в частности для Сибирского и Азорского максимумов (антициклонов), Исландского и Алеутского минимумов (циклонов). На основе разных данных и модельных расчетов получены оценки тенденций многолетних изменений интенсивности и положения центров действия атмосферы в XX и XXI веках, в том числе при различных современных сценариях антропогенного воздействия семейства RCP.

Мохов И.И., Хон В.Ч. Межгодовая изменчивость и долгопериодные тенденции изменений центров действия атмосферы в северном полушарии. Анализ данных наблюдений // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2005. Т.40. №6. С.723-732.

Хон В.Ч., Мохов И.И. Модельные оценки чувствительности центров действия атмосферы к глобальным климатическим изменениям // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2006. Т.42. №6. С.749-756.

Оценка изменчивости климатических условий территории Томской области

Носырева О.В., Донгурак Р.Р.

Томский государственный университет
ov_nosyreva@mail.ru ; meteo@ggf.tsu.ru

ключевые слова:

вегетационный период, суммы температур, влагообеспеченность

Известно, что значительная часть территории России находится в области максимального как наблюдаемого, так и прогнозируемого потепления. Последние исследования показывают, что глобальные климатические условия с 1970-х годов изменяются беспрецедентно быстрыми темпами. Для территории юга Западной Сибири с ее развитым топливно-энергетическим и аграрным сектором, продолжительным отопительным периодом данная проблема особенно актуальна. Известно, что южная половина региона в большей своей части по агрометеорологическим условиям, относится к зоне рискованного земледелия, для которой характерна значительная неустойчивость урожайности сельскохозяйственных культур. Тем не менее, экономическая выгода от выращивания некоторых видов культур в открытом грунте в условиях Сибири присутствует. Поэтому изучение агроклиматических условий территории Томской области является актуальной и важной научной практической задачей. В работе проведена оценка изменчивости климатических условий в периоды перехода температуры через 0, 5, 10, 15 °С, являющихся границами так называемых теплого, вегетационного периодов. Для исследования тепло- и влагообеспеченности территории на основе методики Д.А. Педя были рассчитаны даты перехода температуры через заданные пределы. Для оценки условий увлажнения территории Томской области изучено распределение гидротермического коэффициента. Данное исследование поможет в дальнейшем в проведении районирования изучаемой территории по тепло- и влагообеспеченности и условиям развития культурных растений для выявления закономерности их урожайности от повторяемости определенных типов погод.

Тропический циклогенез и состояние основных объектов ОЦА в Северной Атлантике

Пермякова О. В., Барашкова Н. К.

Томский Государственный Университет
oleguch.permyakova@gmail.com

ключевые слова:

тропические циклоны, Североатлантическое колебание, «взрывные» циклоны

В данной работе по материалам наблюдений за 1995-2010 гг. выявлены некоторые связи ураганов с другими объектами ОЦА, позволяющие улучшить прогнозирование тропических циклонов с различной заблаговременностью.

Корреляционный анализ проводился между характеристиками ураганов (минимальное давление самого мощного урагана сентября, продолжительность жизни этого же урагана, общее число ураганов за сентябрь и количество вышедших на берег ураганов за сезон) и рассчитанными с разной заблаговременностью индексами Североатлантического колебания (NAO). Также рассчитаны статистические показатели, характеризующие качество построения линейного уравнения - множественный коэффициент корреляции и множественный коэффициент детерминации.

Выявлено, что продолжительность ураганов сентября имеет обратную связь с колебаниями индекса NAO марта за предыдущий сезон, т.е. при ослаблении NAO будет происходить увеличение продолжительности. Связь продолжительности ураганов с интенсивностью Северо-Атлантического колебания июня - обратная. На количество сформировавшихся ураганов сентября в будущем сезоне могут указать индексы NAO за октябрь, февраль, июль и август. При этом обнаруживается разнонаправленная связь предиктанта с предикторами - прямая с предшествующими октябрём и июлем и обратная - с февралём и августом. На число вышедших за сезон на берег ураганов могут указывать значения индекса NAO в предшествующие декабрь (обратная связь) и март (прямая связь).

Полученные связи NAO с минимальным давлением ураганов недостаточно тесные.

Совместный анализ тропических ураганов и «взрывных» циклонов над Европой показал, что годы формирования последних совпадают с годами повышенной активности ураганов. Образование обоих явлений происходит при положительном индексе NAO, указывающим на усиление зональной циркуляции и циклонической деятельности в Северной Атлантике.

Полученные результаты расширяют информативный круг предикторов и могут быть применены в долгосрочном прогнозировании.

Применение кластерного анализа для оценки температурно-влажностных условий в период активной вегетации на территории юга Западной Сибири

Поляков Д.В.^{1,2}, Кужевская И.В.¹

¹Томский Государственный Университет

²Томский ЦГМС

denissinoptik@mail.ru

ключевые слова:

тепловлагообеспеченность территории, кластерный анализ

В условиях современного изменения климата, аграрные предприятия Западной Сибири заинтересованы в поиске современной методики оценки агроклиматических условий, и решения проблем районирования, с последующим оптимизированием используемых агроклиматических ресурсов.

Для решения данных задач, ставится исследование проблемы оценки температурно -влажностных условий территории. В данном исследовании рассматривается тематика районирования территории на более качественном и современном уровне, основа которой, опирается на автоматическую систематизацию средних значений полей ГТК (гидротермический коэффициент Селянинова) с применением иерархического кластерного анализа.

В статье представлен анализ пространственных значений индекса ГТК, который подвергся кластеризации, с последующим получением вариантов классификации. Полученные варианты классификации подверглись статистической оценке, с применением критерия качества для выбора более реальной и значимой классификации,

Так выявлено, что после проведенного кластерного анализа средних значений индекса ГТК выделяются деления на 2, 3 и 4 класса. Статистическая оценка качества полученных вариантов выявило более правильное количество классов, а именно проведение районирования и оценки территории по трем классам, которая в последующем имело сходство с уже известной классификацией ГТК по Селянинову для производства оценки температурно-влажностных условий территории. Получилось, что к первому классу относятся условия с повышенными значениями тепловлагообеспеченности, второй класс выражает условия оптимального влагосодержания, а третий - недостаточного. Так же, в странстве классы получили квазиширотное распределение, и данная картина соответствует распределению индекса ГТК по территории.

В общем, нам удалось применить иерархический кластерный (формальный) анализ для частичного решения проблемы автоматического районирования территории для целей производства оценки температурно-влажностных условий.

Блокинги в атмосфере Северного полушария и их связь с температурными изменениями.

Прокофьева М.А., Мохов И.И.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
prokofyevamaria@yandex.ru

ключевые слова:

блокирующие антициклоны, Северное полушарие

Проведен анализ характеристик блокирующих антициклонов (блокингов) в атмосфере и их связи с температурными изменениями в Северном полушарии на основе разных данных. В частности, на основе данных реанализа для последних десятилетий получены оценки изменения характерного времени жизни блокингов в зависимости от изменений приповерхностной температуры в Северном полушарии.

Мохов И.И., Петухов В.К. Блокинги и тенденции их изменения // Доклады АН. 1997. Т.357. №5. С.687-689.

Mokhov I.I., Akperov M.G., Vetrova A.A. Russian heat wave and blockings activity changes // Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling. A. Zadra (ed.). Geneva: WCRP. 2011. Rep.41. S.7. P.13-14.

Mokhov I.I., Vetrova A.A. Changes in action of atmospheric blockings // Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling. J. Cote (ed.). Geneva: WCRP. 2009. Rep.39. S.2. P.19-20.

Дальние атмосферно-океанические связи в колебаниях климата Атлантико-Европейского региона и колебания скорости вращения Земли.

Салугашвили Р.С.

Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации - Мировой центр данных
[E-mail: ruslan@meteo.ru](mailto:ruslan@meteo.ru)

ключевые слова:

дальние связи, скорость вращения Земли, теплообмен океана и атмосферы.

В работе показаны результаты исследования дальних связей температуры воздуха Атлантико-Евразийского региона с температурой поверхности воды (ТПО) в разных частях Мирового океана. Анализ корреляций показал наличие статистически значимых связей в синхронных колебаниях температуры воздуха с температурой воды в удаленных частях океанов Северного и Южного полушарий Земли. В зависимости от района связи могут быть положительными и отрицательными.

Высокая корреляция колебаний температуры Атлантико-Евразийского региона с колебаниями ТПО наблюдается преимущественно в районах пересечения морских течений с подводными хребтами и грядами островов. [1]. Предполагается, что теплообмен между океаном и атмосферой усиливается в местах более интенсивного вертикального перемешивания океана, который возникает в местах встречи океанических течений с препятствиями в виде подводных хребтов.

Выдвинуто предположение, что полученные дальние статистические связи являются следствием некоторых глобальных естественных колебательных процессов климатической системы, происходящих синхронно на всей Земле и управляемых общим механизмом [2]. Колебания температуры Атлантико-Евразийского региона и ТПО в удаленных частях океана, могут быть статистически связаны между собой посредством третьего, общего фактора. Одним из таких факторов может являться скорость вращения Земли.

Показано, что колебания температуры Атлантико-Евразийского региона и ТПО, имеют значимые статистические связи с изменениями во времени скорости вращения Земли. Причинно-следственные закономерности данной связи не ясны, и выводы о влиянии скорости вращения Земли на ТПО или наоборот, делать пока нельзя. Вероятно, изменение скорости вращения Земли могут вызывать изменения в циркуляции океана и в теплообмене океана и атмосферы. Однако может быть и обратное - перенос вод океана по широте, может повлиять на скорость вращения Земли.

1. Салугашвили Р.С. Взаимодействие климата Европы и температуры воды в северной Атлантике.// Институт прикладной геофизики. Конференция молодых ученых, посвященная 55-летию института. (Тезисы докладов).г Москва, 2011. с.59. 2. Салугашвили Р.С. Дальние связи колебания климата ЕТР. в эпоху интенсивного глобального потепления. Труды ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», вып.176,2011 (в печати)

Колебания Мировых осцилляций и их влияние на тропический циклогенез Тихого океана.

Свиридов И.В.

Томский государственный университет
iluhaviridov@gmail.com

ключевые слова:

Тайфуны, Мировые осцилляции, Тихий океан.

По данным электронных ресурсов метеорологических организация JMA и NOAA, а также NASA для 2 регионов Тихого океана (северо-запада и северо-востока) были проанализированы характеристики тропических циклонов, достигших стадии тайфуна и Мировых осцилляций (Эль-Ниньо/Южное колебание и северо-тихоокеанский индекс) с целью выявления информативных прогностических связей.

Связь с Северо-тихоокеанским индексом в обоих регионах прямая. Спустя год после активного проявления ЦДА, расположенных в Тихом океане, можно ожидать повышения количества мощных, глубоких, с большими скоростями ветра и большой продолжительностью существования тайфунов. Периодически отмечаются периоды запаздывания, но практически через год они исчезают.

С индексом Южной осцилляции обнаруживается наиболее тесная связь. Сильнее всего ЭНЮК влияет на такие характеристики, как продолжительность существования и мощность тайфунов. Практически в 100% случаев понижение SOI приводит к значительному изменению характеристик тропического циклона: происходит понижение давления до абсолютного минимума, а повышение скорости ветра до абсолютного максимума. Можно сделать вывод, что с приходом Эль-Ниньо следует ожидать повышенную активность тропических циклонов, появляется большая вероятность образования супер-тайфуна. При становлении противофазы Эль-Ниньо/Ла-Ниньо — происходит спад активности тайфунов до 3-4 штук в сезон тропических циклонов (2010 г). Так можно прогнозировать понижения количества тайфунов на 2011-2012 гг. Полученные результаты в целом согласуются с выводами [1].

1.Покровский О. М. Изменение климатических индексов, связанных с феноменом Эль-Ниньо в период потепления климата // Тр. / Гл. геофиз. obs. им. А. И. Воейкова. - 2007. - № 556. - С. 59-78.

Методология динамической регионализации метеорологических полей и ее верификация на примере Западной Сибири

Сергеев Д.Е.

МГУ им. М.В.Ломоносова, Географический факультет
dennis.sergeev@gmail.com

ключевые слова:

даунскейлинг, метан, мезомасштабное моделирование

В работе исследуются методы динамического даунскейлинга полей метеорологических величин для более высокой чувствительности модели к подсеточным процессам и объектам, в частности, мелким водоемам, которые во многих частях планеты выступают в роли очень важных источников парникового газа метана. Для этого используется региональная атмосферная модель NH3D, совмещенная с моделью водоема LAKE и моделью деятельного слоя суши ИВМ РАН. Кроме того, модель имеет параметризацию цикла метана, включая процесс гидроксильного окисления в атмосфере. В качестве начальных и граничных условий в перспективе предполагается использовать реанализ, выполненный региональной моделью с более грубой сеткой. Сама расчетная область занимает юго-восточную часть Западной Сибири, то есть верхнее течение р. Томь и Васюганское болото. На первом этапе анализируется влияние боковых граничных условий, разрешения сетки модели и некоторых других факторов на результаты моделирования полей различных метеорологических величин над гидрологически неоднородной территорией. Помимо прочего, в качестве интегрального показателя динамики мезомасштабных циркуляций были рассчитаны мезомасштабные потоки тепла и импульса. Следующий и основной этап - улучшение воспроизведения моделью потоков метана, результаты которого будут сопоставляться со спутниковыми данными или с данными сети специальных станций, некоторая часть которых расположена в Западной Сибири. В ходе работы над исследованием используются ресурсы СКЦ МГУ, а именно суперкомпьютеры «Ломоносов» и «Чебышев».

Изменение климата и динамика подводной мерзлоты на шельфе морей Восточной Арктики

Стрельченко Ю.Г., Анисимов О.А., Ренева С.А., Кокорев В.А.

Государственный гидрологический институт

sug@hydrology.ru

ключевые слова:

изменение климата, шельф, эмиссия метана

Во многих исследованиях показано, что таяние многолетнемерзлых отложений, формирование озёр, береговая эрозия и вынос органического вещества реками на шельф, а также декомпозиция газовых гидратов в субаквальной части криолитозоны увеличивают эмиссию метана. Высказывались опасения, что эти процессы в Арктике могут заметно усилить глобальное потепление, хотя количественных оценок до недавнего времени не было. В ряде работ анализировались концентрации метана в воздухе и воде на шельфе морей Восточной Арктики (МВА), где отмечались повышенные его значения по сравнению со среднеширотным, особенно на шельфе моря Лаптевых. Была выдвинута гипотеза об усилении транспорта в атмосферу высвобождающегося из шельфовых гидратов метана за счёт образования сквозных таликов, в том числе обусловленных современным потеплением, и об увеличении газовой проницаемости многолетнемерзлых донных отложений. Альтернативная точка зрения состоит в том, что на шельфе МВА на протяжении многих веков, если не тысячелетий, происходил транспорт метана из глубинных слоёв донных отложений, интенсивность которого едва ли могла существенно измениться за прошедшее столетие. Увеличение потока метана в атмосферу, если оно действительно имело место, могло быть связано с усилением биогенного метаногенеза в поверхностном придонном слое осадков, обусловленного ростом объёмов выносимого реками на шельф органического вещества и повышением температуры придонных вод.

Две названные выше гипотезы оцениваются и сравниваются в контексте ретроспективных палеоклиматических реконструкций, данных современных наблюдений, а также результатов моделирования углеродного цикла и гидротермического режима суб-аквальных многолетнемерзлых отложений. Ключевые вопросы данного исследования - в какой степени изменение климата за прошедшие несколько десятилетий могло повлиять на современную повышенную эмиссию метана на шельфе МВА. Независимо от того, чем обусловлена эмиссия, важно установить её влияние на современный и будущий климат.

Влияние радиационных и циркуляционных факторов на изменчивость температуры воздуха на Азиатской территории России

Харюткина Е.В., Ипполитов И.И., Логинов С.В.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН
kh_ev@mail2000.ru

ключевые слова:

температура воздуха, радиационный баланс, циркуляция

В работе выполнено исследование влияния изменчивости глобальной циркуляции и элементов радиационного и теплового баланса как на поверхности земли, так и на верхней границе атмосферы на изменчивость температурного режима для Азиатской территории России и ее отдельных регионов: Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток. Оценки средних величин и трендов климатических характеристик рассчитывались по данным реанализа JRA-25 за период 1979-2008гг. Элементы радиационного баланса и характеристики облачного покрова сравнивались с данными спутникового зондирования: CERES, PATMOS, MODIS, ISCCP.

Для описания изменчивости температуры воздуха использовалась регрессионная модель, связывающая аномалии температуры с аномалиями коротковолновой и длинноволновой радиации, рассчитанных для ясного неба, с аномалиями скрытого и явного тепла, потока тепла в грунт, а также с аномалиями облачности. Отдельно рассматривалась регрессионная модель, которая описывает изменения температуры за счет циркуляционных факторов, определяемых индексами NAO, SCAND, SOI, AO. При учете двух групп регрессионный анализ позволяет описать до 65% изменчивости температуры воздуха в разные месяцы. Получено, что относительный вклад этих двух групп в аномалии температуры меняется в зависимости от региона.

Наблюдения уходящей коротковолновой радиации с ИСЗ "Метеор-М" №1

Червяков М. Ю., Скляров Ю. А., Котума А. И.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского
chervyakovmu@mail.ru

ключевые слова:

радиометр, уходящая коротковолновая радиация, альbedo

Приводится краткая справка о работах по созданию в Саратовском государственном университете радиометров «Измеритель коротковолновой отражённой радиации» (ИКОР) трёх поколений. Аппаратура предназначена для измерений уходящей коротковолновой радиации (УКР), что позволяет определить мгновенное и среднесуточное значения величин альbedo, поглощённой солнечной радиации, а также среднемесячные значения этих величин. Подробно излагаются принцип действия, конструкция, метод градуировки и другие данные, касающиеся радиометра третьего поколения ИКОР-М. Этот радиометр работает с конца 2009 г. на ИСЗ «Метеор-М» №1. Информация поступает с ноября 2009 г., частота отсчётов 1/с. Прибор работает без сбоев. Кратко приводятся оценки погрешностей измерений. Общий вывод - полученные данные соответствуют шкалам измерений общеизвестных зарубежных радиометров.

Приводится краткое описание алгоритмов обработки наблюдений аппаратурой ИКОР-М с ИСЗ «Метеор-М» №1. Эти алгоритмы используются в программах, которые последовательно обеспечивают всю процедуру обработки и представления результатов. Имеется возможность визуального контроля и предварительного анализа мгновенных отчётов на фоне географической карты, а также возможность масштабирования нужного участка трека орбиты и карты.

Продукт выдаётся в виде глобальных карт уходящей коротковолновой радиации, альbedo и поглощённой солнечной радиации. Разрешение на картах обеспечивается сеткой площадок $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$. Излагается методика получения среднемесячных величин УКР, альbedo и поглощённой солнечной радиации на упомянутых площадках.

Разработана методика и программа, позволяющая использовать факт равенства всех площадок $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ на глобальной карте для получения сумм радиации на любых равновеликих площадях поверхности Земли, широтных распределений выбранных величин (УКР, альbedo, поглощённой радиации) в узких долготных полосах (например, 10°) океанов и материков. Это даёт возможность их сопоставления и выявления вариаций в пространстве и времени.

Облачность в Арктике в зимний период: межгодовые вариации и влияние на температурный режим

Чернокульский А.В.¹, Эзау И.Н.², Мохов И.И.¹

¹Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

²Центр по окружающей среде и дистанционному зондированию им. Нансена
a.chernokulsky@ifaran.ru

ключевые слова:

облачность, Арктика, облачно-радиационный форсинг

Арктика является одним из самых чувствительных регионов к климатическим изменениям. При этом существенную роль в климатической системе Арктики играет облачность, которая в течение всего года, за исключением нескольких летних недель, оказывает утепляющий эффект. Облачно-радиационный форсинг достигает 100 Вт/м^2 . Максимален этот эффект зимой. В связи с этим важным представляется анализ межгодовых вариаций зимней облачности с оценкой влияния этих вариаций на температурный режим.

В данной работе проведен анализ данных стационарных наблюдений в Норвегии и России за длительный период (с начала XX века). Данные визуальных наблюдений за облачностью отобраны с учетом степени освещенности Луной.

Оценено изменение доли облачности, повторяемости дней с разной долей облачности (отдельно ясных и пасмурных дней). Выявлены различия связи облачности и приповерхностной температуры для разных регионов (безлёдная акватория Норвежского и Гренландского морей, "транзитная" зона Баренцева моря, покрытая льдом акватория Карского моря) и разных периодов (потепление первой трети XX в., похолодание второй трети XX в., современное потепление). Проведена оценка температурных аномалий, соответствующих различному количеству облаков. Оценена скорость падения температуры в ясные дни, обусловленная радиационным выхолаживанием.

Отмечена положительная связь облачности и температуры зимой для всех анализировавшихся регионов и периодов. Для покрытой льдом акватории и "транзитной" области отмечена сильная отрицательная связь количества ясных дней в месяц и температуры воздуха в эти дни. Для лёдной акватории эта связь также отрицательная, но коэффициент линейной регрессии меньше. Для пасмурных дней для всех регионов выявлена обратная зависимость: с ростом количества пасмурных дней в месяц температура воздуха в эти дни растёт. Коэффициент линейной регрессии больше для ледовых условий и меньше для открытой воды и транзитной области.

Исследование долговременных изменений температуры на основании численного моделирования и экспериментальных данных.

Штабкин Ю.А.

Центральная аэрологическая обсерватория
yuryshtabkin@gmail.com

ключевые слова:

численное моделирование, температурные тренды, средняя атмосфера.

Изменения климата, вызванные глобальным потеплением -- одна из наиболее острых проблем современности. В то время как тропосфера нагревается, испытывая парниковый эффект, средняя атмосфера наоборот выхолаживаются.

Анализ результатов численного моделирования (использовалась модель общей циркуляции и состава атмосферы SOCOL) показывает, что температурные тренды, рассчитанные за период 1976 -- 1999 гг., в средней атмосфере значительно превышают тренды в тропосфере и имеют противоположный знак (в тропосфере до +0,01 К/Год, до -0,22 К/Год в области стратопauses). Полученные результаты в целом согласуются с данными ракетного и спутникового зондирования. Также приведены результаты анализа данных по свечению ночного неба в области мезопauses (~87 км) за период 2000 -- 2010 гг.

Вариации электрической проводимости приземного слоя атмосферы по данным полевых наблюдений 2011 года.

Афиногенов К.В., Галиченко С.В., Анисимов С.В.

Геофизическая обсерватория "Борок" Института физики Земли РАН
aphin@borok.yar.ru

ключевые слова:

приземный слой атмосферы, электрическая проводимость атмосферы, концентрация легких ионов

В летний период 2011 года на полигоне Геофизической обсерватории «Борок» [58004' N; 38014' E] в условиях отсутствия промышленных загрязнений и электромагнитных помех проводились сезонные полевые наблюдения аэрозольных характеристик приземного слоя атмосферы. Полевой измерительный комплекс включал электростатические флюксометры (типа field mill), ультразвуковые цифровые метеостанции, счетчики концентрации легких атмосферных ионов, токовый коллектор (для измерения плотности вертикального атмосферного электрического тока), пиранометр, датчик концентрации радона-222 и торона-220. Данные регистрировались цифровой автоматизированной системой сбора информации с частотой дискретизации 10 Гц. В ходе эксперимента получены суточные хода значений концентраций положительных и отрицательных легких атмосферных ионов, плотности объемного заряда и электрической проводимости приземного слоя атмосферы [1]. Среднесуточное значение концентраций положительных легких атмосферных ионов составило 510 см⁻³ (+/- 410 см⁻³), легких отрицательных атмосферных ионов - 380 см⁻³ (+/- 280 см⁻³), плотности объемного заряда – 20 пКл/м³ (+/- 25 пКл/м³), электрической проводимости приземного слоя атмосферы – 17 фСм/м (+/- 11 фСм/м). Обнаружена корреляция вариаций напряженности атмосферного электрического поля, плотности вертикального атмосферного электрического тока с плотностью объемного заряда и электрической проводимостью атмосферы. Проведен спектральный анализ вариаций плотности объемного заряда [2,3]. Для спектрального анализа из суточных данных формировались интервалы с секундным усреднением длиной в 900 секунд. Определено, что спектр вариаций плотности объемного заряда самоподобен. В течение суток в интервале периодов от 10 до 100 секунд показатель наклона спектра вариаций плотности объемного заряда близок к -1.7.

1. Чалмерс Дж.А. Атмосферное электричество. Л.: Гидрометеиздат, 1974, 420 с.
2. Смирнов В.В. Природа и эволюция сверхмалых аэрозольных частиц в атмосфере // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана, 2006, Т. 42. No 6. С. 723–748
3. Anisimov S.V., Mareev E.A., Shikhova N.M. and Dmitriev E.M. Universal spectra of electric field pulsation in the atmosphere // Geophys. Res. Lett., 2002, 29(12), P. 2217 – 2220

Электродинамическое состояние конвективного пограничного слоя атмосферы: численное моделирование и эксперимент.

Галиченко С.В., Афиногенов К.В., Анисимов С.В.

Геофизическая обсерватория "Борок" Института физики Земли РАН
svga@borok.yar.ru

ключевые слова:

атмосферное электричество, атмосферный пограничный слой

В работе исследуется электрическое состояние конвективного атмосферного пограничного слоя (АПС). На основе уравнений кинетики легких атмосферных ионов [1], рассматриваемых в лагранжевых координатах, получено модельное описание турбулентного транспорта объемного электрического заряда, вариаций электрической проводимости и аэроэлектрического поля в нестационарном конвективном АПС. Для лагранжевой модели используются измеренные и параметризованные высотные профили статистических характеристик турбулентности. Расчетные величины сравниваются с результатами натурных наблюдений, проведенных на полевом измерительном полигоне Геофизической обсерватории «Борок» в 2010-2011 гг. Показано, что крупномасштабным конвективным движениям соответствуют когерентные структуры аэроэлектрического поля [2].

1. Смирнов В.В. Ионизация в тропосфере. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 312 с. 2. Анисимов С.В., Галиченко С.В., Гурьев А.В., Шихова Н.М. Численное моделирование электрически активных слоев приземной атмосферы // Сборник трудов. Международная конференция МСС-09 «Трансформация волн, когерентные структуры и турбулентность», Москва, 23 -25 ноября 2009г. -- М.: ЛЕНАНД, 2009. С. 352-357.

Моделирование атмосферных источников глобальной электрической цепи

Жидков А.А.^{1,2}, Калинин А.В.^{1,2}, Мареев Е.А.^{2,1}

¹Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

²Институт прикладной физики РАН

Artem.Zhidkov@gmail.com

ключевые слова:

глобальная электрическая цепь, математическая модель

Разработана новая численная сферическая модель глобальной электрической цепи. В основу численной модели положено интегральное тождество для электрического потенциала, являющееся обобщенной формулировкой квазистационарной задачи для уравнения глобальной электрической цепи [1]. Предложенное интегральное тождество позволило эффективно применить метод Галеркина для решения задачи в некоторых специальных функциональных классах и реализовать программный комплекс в рамках метода конечных элементов.

С использованием данного комплекса проведены расчеты поля и возмущений потенциала токовых источников в сферической атмосфере с учётом возмущения проводимости в грозовом облаке. Показано, что масштаб токовой системы и возмущения проводимости в облаке существенно влияют на возмущения ионосферного потенциала.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта Правительства Российской Федерации (договор № 11.G34.31.0048).

1. Browning G.L., Tzur I., Roble R.G. A Global Time-Dependent Model of Thunderstorm Electricity. Part I: Mathematical Properties of the Physical and Numerical Models // J. of the Atmospheric Sciences. 1987. V. 44, № 15. P. 2166-2177.

Программно-аналитический комплекс спектрального оценивания

Закиров А.А., Грунская Л.В.

Владимирский Государственный Университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
grunsk@vlsu.ru

ключевые слова:

программный комплекс, спектральное оценивание

Экспериментальные исследования взаимосвязи электрического поля приземного слоя атмосферы с такими глобальными геофизическими процессами как лунно-солнечные приливы может эффективно осуществляться путем анализа результатов регистраций вертикальной составляющей напряженности электрического поля приземного слоя атмосферы.

Для автоматизации обработки и анализа получаемых данных разрабатывается программный комплекс спектрального анализа, основанного на методе корреляционного квадратурного приемника и методе максимальной энтропии.

С помощью синтезированного для работы в низкочастотном диапазоне оптимального приемника выделены и оценены амплитуды гармонических компонент вариаций электрического поля пограничного слоя атмосферы на частотах, соответствующих солнечным и лунным приливам, дана оценка отношения сигнал/шум на частотах приливов.

Работа связана с исследованием взаимосвязи электрического поля приземного слоя атмосферы с геофизическими процессами с помощью радиотехнических и радиофизических методов и средств.

Работа базируется на данных, полученных с помощью системы многоканального синхронного мониторинга электрического поля на разнесенных в пространстве станциях.

Работа направлена на повышение разрешающей способности при спектральном анализе временных рядов, на возможность оценки спектральной плотности дискретных случайных и регулярных процессов по их усеченным реализациям, с целью повышения достоверности выделения воздействия лунных приливов на электрическое поле.

Работа осуществляется при поддержке гранта РФФИ 11-05-97518, ФЦП № 14.740.11.0407 и ФЦП № 16.740.11.0185.

Нелинейный расчет напряженности поля в окрестности заряженной струи.

Петрушов Н.А.

Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова
mikola_imba@mail.ru

ключевые слова:

Струя, нелинейные волны, напряженность электростатического поля.

Пусть заряженная струя идеальной идеально проводящей несжимаемой жидкости движется с постоянной скоростью относительно материальной среды. На границе раздела сред возникают капиллярные волны при определенных физических условиях претерпевающие неустойчивость, сопровождающуюся выбросом дочерних струй, распадающиеся на отдельные заряженные капельки, уносящие электрический заряд [1].

В нелинейных расчетах второго порядка малости найдено выражение для формы струи и напряженности электростатического поля в окрестности сильно заряженной жидкой струи. Полученное выражение позволяет оценить условия зажигания коронного разряда в окрестности струи [2].

1. Григорьев А.И. Петрушов Н.А. Ширяева С.О. Нелинейный анализ закономерностей реализации волнового движения на поверхности заряженной струи, движущейся относительно материальной среды. //Изв. РАН. МЖГ. 2012. №1. С.81-92.
2. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: "Наука", 1987, 592с.

Исследование геомагнитного поля

Рубай Д.В., Грунская Л.В.

Владимирский Государственный Университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
grunsk@vlsu.ru

ключевые слова:

Геомагнитное поле, спектральная обработка, лунно-солнечные приливы

На физическом экспериментальном полигоне Владимирского государственного университета организована система многоканального синхронного мониторинга, отслеживания, хранения и обработки информации по электрическому и магнитному полю приземного слоя атмосферы с метеоанализом.

Осуществлена спектральная обработка экспериментальных данных по обширному временному интервалу по данным различных геомагнитных станций, в том числе зарубежных (например, по станции Какиока, Япония с 1913 по 2006 гг.). Для оценки уровня спектральных компонент, соответствующих частотам лунно-солнечных приливов в экспериментальных регистрациях магнитного поля приземного слоя атмосферы использована структура корреляционного квадратурного приемника, что позволяет получить разрешающую способность 10 нГц. По результатам спектральной обработки данных по геомагнитному полю были получены каталоги спектров термогравитационных лунно-солнечных приливов. Диапазон отношения сигнал/шум по солнечным приливам составляет 2 - 8, по лунным приливам - 2 - 4.

Работа основана на обработке экспериментальных данных, полученных с разнесенных в пространстве станций. Выделены участки синхронных записей амплитуд компонент геомагнитного поля (H, D, Z) с целью поиска корреляционной зависимости с параметрами электрического поля пограничного слоя атмосферы.

Работа направлена на глубокое исследование структуры геомагнитного поля и его взаимосвязи с геофизическими процессами, для чего планируется расширение базы экспериментальных данных по геомагнитному полю как для станции ВлГУ, так и получение данных по компонентам геомагнитного поля с других станций, применение современных методов обработки.

Работа осуществляется при поддержке гранта РФФИ 11-05-97518, ФЦП № 14.740.11.0407 и ФЦП № 16.740.11.0185.

Моделирование глобальных аспектов молниевой активности для исследования обратных связей с изменениями климата и газового состава атмосферы

Суходолов Т.В.^{1,2}, Смышляев С.П.¹, Мареев Е.А.³

¹Российский государственный гидрометеорологический университет

²Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова

³Институт прикладной физики РАН

timon_stv@rambler.ru

ключевые слова:

моделирование, грозовая активность, состав атмосферы

Молниевая продукция является одним из основных источников окислов азота в атмосфере, которые, действуя на озон разнонаправленно в стратосфере и тропосфере, оказывают заметное влияние на радиационный баланс. Для оценки роли обратных связей в этом взаимодействии используется химико-климатическая модель нижней и средней атмосферы. Процессы молниеобразования являются процессами подсеточными для климатических моделей, и их учет возможен либо в виде фиксированных климатических оценок, либо с помощью физических параметризаций. Проведен сравнительный анализ доступных параметризаций, в результате которого была выбрана оптимальная для используемой модели параметризация на основе высоты верхней границы конвективного облака. С помощью модели проведен ряд численных экспериментов: с фиксированными климатическими оценками окислов азота, с учетом обратных связей, с различным вертикальным распределением. Осуществлен анализ изменений содержания озона и температуры в тропосфере и стратосфере, молниевой продукции окислов азота.

Параметры грозовых разрядов в Якутии

Тарабукина Л.Д.

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН
tarabukina@ikfia.ysn.ru

ключевые слова:

грозовая активность, разряд "облако-земля", повторные разряды

В период с 2009 по 2011 гг. на территории центральной Якутии (центр - г. Якутск, радиус - 400 км) были проведены наблюдения грозовой деятельности с разделением молниевых разрядов по полярности и типам. С использованием экспедиционных данных были рассмотрены радиоимпульсы от молний с несколькими повторными разрядами и проведены предварительные оценки величины токов, текущих по каналу молнии. Уровень грозовой активности в рассмотренный период сильно изменялся от года к году. Число дней с грозой в году на рассматриваемой территории за 2009-2011 гг. равнялось соответственно: 46, 37, 62. Отношения всего количества разрядов типа «облако-земля» в год ко всему числу произошедших разрядов 2009-2011 гг.: 65%, 41%, 49%. Соотношение количества разрядов типа «облако-земля» разных полярностей демонстрирует устойчивое доминирование относительного числа отрицательных разрядов в течение трех лет: 92,12% (2009), 85,07% (2010), 85,85% (2011). Из данных экспедиционных наблюдений были выделены 22 серии повторных разрядов (96 радиосигналов), причем максимальное число повторных возвратных ударов в одной серии равно 9. Более часто встречались молнии с 3 разрядами. Длительность серий достигала 600 мс, а наиболее короткая, состоявшая из двух разрядов, серия длилась 17,4 мс. Медианное значение длительности равно 205,3 мс, а 50% всех значений распределено в интервале от 64 до 400 мс. Наименьшая разность во времени между разрядами - 10 мс, наибольшая - 314 мс (единичный случай превышения 200 мс), среднее значение - 69,5 мс, медианное значение - 61 мс, 50% значений лежало в интервале от 31,8 до 81,4 мс. Нормированная на первый в серии возвратный удар амплитуда сигналов последующих разрядов в среднем равна 50%. Также были отмечены 5 случаев превышения амплитуды первого разряда, максимальное соотношение составило 116,6%. По предварительной оценке токов по атмосферикам, пришедших с расстояния около 450 км, медианное значение для положительных разрядов равно 40 кА, а для отрицательных - 18 кА.

Всплески нейтронов связанные с молниевыми разрядами облако-земля

Торопов А.А., Козлов В.И., Муллаяров В.А., Стародубцев С.А.

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН
toropov@ikfia.ysn.ru

ключевые слова:

атмосферное электричество, генерация нейтронов в молниях

Нами выполнены одновременные наблюдения на Якутском спектрографе космических лучей (105 м над уровнем моря) ИКФИА СО РАН и регистраторе электрического поля за летние грозовые сезоны 2009, 2010, 2011 года.

Рассмотрены всплески в нейтронной компоненте и напряженность электрического поля во время разрядов молний. Обнаружено, что всплески в нейтронов наблюдаются во время отрицательных молниевых разрядов.

Обсуждается возможность генерации нейтронов в приземной части молниевых разрядов.

Низкочастотные спектры флуктуаций электрического поля в приземном слое атмосферы

Шаталина М.В.¹, Клименко В.В.¹, Франк-Каменецкий А.В.²

¹Институт прикладной физики РАН

²Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт
aries@appl.sci.nnov.ru

ключевые слова:

Электрическое поле, спектры, приземный слой

На основе многолетних натуральных экспериментов по исследованию динамики электрического поля в пограничном слое атмосферы в различных метеорологических и геофизических условиях, проводимых в ИПФ РАН, а так же по данным измерений в Антарктиде, проводимых ААНИИ, построены низкочастотные спектры флуктуаций электрического поля в условиях хорошей погоды. Полученные результаты демонстрируют особенности динамики низкочастотных вариаций электрического поля атмосферы, в частности, показано существование 4-5 дневной гармоник, соответствующей среднему времени жизни атмосферных циклонов.

Содержание

Программный комитет конференции	4
Организационный комитет конференции	5
Предисловие	6

Лекции

Секция 1. Состав атмосферы, диагностика и моделирование фотохимических и радиационных процессов

<u>Алюян А.Е., Арутюнян В.О., Ермаков А.Н.</u> Математическое моделирование газовой и аэрозольной динамики при лесных и торфяных пожарах	9
<u>Еланский Н.Ф.</u> Основные направления и результаты исследований атмосферного озона в России	10
<u>Ермаков А.Н.</u> Размерные эффекты в атмосферных химических реакциях	11
<u>Куликов М.Ю.</u> Одновременные микроволновые измерения озона и температуры средней атмосферы в течение внезапного стратосферного потепления	12
<u>Ларин И.К.</u> О длине цепи в основных циклах разрушения стратосферного озона.	13
<u>Милиневский Г.П., Данилевский В.А., Сосонкин М.Г., Бовчалюк А.П.</u> Исследования атмосферы в Украине наземными и спутниковыми методами	14
<u>Морозов И.И.</u> Новые проблемы в атмосферной химии: концентрации галогенсодержащих кислот и механизмы их деградаци	15
<u>Угольников О.С., Пуанова А.Ф., Крушинский В.В.</u> Исследования составляющих южной полярной стратосферы на основе спектроскопии высокого разрешения поверхности Луны в тени Земли	16
<u>Чубарова Н.Е., Жданова Е.Ю.</u> Ресурсы УФ радиации на территории России: методические аспекты и результаты.	17

Секция 2. Динамические процессы в атмосфере, проблема предсказуемости атмосферных явлений

<u>Горбунов М.Е., Гурвич А.С., Федорова О.В., Gottfried Kirchengast</u> Пространственно-временная структура лазерного пучка на трассе длиной 144 км в эксперименте IRDAS-SCINT	18
<u>Курганский М.В.</u> Конвективные вихри в атмосфере (тропические циклоны, смерчи и пыльные вихри)	19
<u>Локощенко М.А.</u> Общие закономерности ветрового режима нижней атмосферы по данным измерений в Москве.	20

<u>Моисеенко К.Б., Малик Н.А.</u> Оценки суммарных выбросов пирокластических продуктов при эксплозивных вулканических извержениях с использованием моделей атмосферного переноса	21
--	----

Секция 3. Климатические процессы, диагностика и моделирование взаимодействия компонентов климатической системы и изменений климата

<u>Броекин В.А.</u> Насколько сложными должны быть модели биосферы суши используемые в климатических моделях?	22
<u>Володин Е.М.</u> Моделирование и прогноз естественных колебаний климата на временных масштабах 5-30 лет	23
<u>Голицын Г.С.</u> Изменения климата и статистика экстремальных событий.....	24
<u>Елисеев А.В., Мохов И.И.</u> Влияние солнечной активности на климат: возможные механизмы воздействия и результаты моделирования.....	25
<u>Ильина Т.П.</u> Моделирование изменений цикла углерода в океане при различных сценариях будущего климата.....	26
<u>Кароль И.Л., Киселев А.А., Фролькис В.А.</u> Разномасштабные короткоживущие факторы потепления климата в атмосфере.....	27
<u>Мохов И.И.</u> Климатические проблемы: анамнез, анализ, диагноз, прогноз	28
<u>Мухин Д.Н., Лоскутов Е.М., Гаврилов А.С., Фейгин А.М.</u> Построение прогностических моделей климатических систем: прогноз критических переходов в динамике Эль-Ниньо.....	29
<u>Фейгин А.М.</u> Стохастическая реконструкция динамических систем для долгосрочного прогноза критических переходов	30

Секция 4. Атмосферное электричество, глобальная электрическая цепь

<u>Анисимов С.В.</u> Электричество невозмущенной приземной атмосферы средних широт.....	31
<u>Давыденко С.С., Мареев Е.А., Сергеев А.С.</u> Моделирование полей и токов грозового электрического генератора	32
<u>Иудин Д.И.</u> Фрактальная динамика молниевых разрядов.....	33
<u>Мареев Е.А.</u> Особенности электродинамики грозового облака	34

Доклады молодых участников

Секция 1. Состав атмосферы, диагностика и моделирование фотохимических и радиационных процессов

<u>Агеева В.Ю., Турышев Л.Н., Светашев А.Г.</u> Определение общего содержания озона в атмосфере с применением широкополосных фильтровых УФ фотометров	36
<u>Беликович М.В., Мухин Д.Н., Фейгин А.М.</u> Восстановление высотного профиля концентрации озона по данным радиометрических измерений в микроволновом диапазоне.....	37
<u>Березин Е.В., Коновалов И.Б., Сиаис Ф.</u> Использование спутниковых данных по тропосферному содержанию диоксида азота для валидации многолетних изменений эмиссий диоксида углерода	38
<u>Боровский А.Н., Арабов А.Я., Еланский Н.Ф., Елохов А.С.</u> О временной изменчивости содержания NO ₂ в атмосфере по данным многолетних наблюдений на Северном Кавказе	39
<u>Бородко С.К., Агеева В.Ю., Красовский А.Н.</u> Моделирование облученности земной поверхности в ультрафиолетовой и фотосинтетически-активных областях спектра с учетом динамики стратосферного озона и метеорологических факторов	40
<u>Бручковский И. И., Демин В. С., Боровский А. Н.</u> Оценка влияния аппаратных и методических факторов на точность определения содержания двуокиси азота в столбе атмосферы.....	41
<u>Власова Ю.В., Рублев А.Н.</u> Прогнозирование распространения загрязнений в атмосфере на основе математического моделирования и наземных инструментальных измерений	42
<u>Глазкова А.А.</u> Метеорологическая обусловленность короткопериодных колебаний уровней PM ₁₀	43
<u>Горчилина А.А., Ракитин В.С., Фокеева Е.В., Гречко Е.И.</u> Влияние метеорологических условий на загрязнение воздушного бассейна г. Москвы.....	44
<u>Грицай А.В., Милиневский Г.П.</u> Общее содержание озона над станцией Киев-Голосеев по данным наземных и спутниковых измерений	45
<u>Жданова Е. Ю., Чубарова Н. Е., Незваль Е.И.</u> Метод определения облачного пропускания солнечной радиации в УФ диапазоне спектра с использованием данных различных спутниковых измерений и реанализа.	46
<u>Карпов А.В., Горчаков Г.И., Копейкин В.М.</u> Полевые эксперименты по исследованию процессов переноса в ветропесчаном потоке	47
<u>Курганский А.Р., Мостаманди С.В., Смышляев С.П.</u> Моделирование региональных аспектов переноса примесей на примере пыльцы березы	48
<u>Легкова Т.В., Карпов Г.В., Морозов И.И.</u> Масс- спектрографическое исследование отрицательных ионов трифторуксусной кислоты в воде	49
<u>Макарова Н. В.</u> О разработке аэрозольного зонда обратного рассеяния для балонного зондирования.....	50

<u>Наговицына Е.С., Поддубный В.А.</u> Оценка средних полей концентраций атмосферного аэрозоля на территории России по данным фотометрических измерений	51
<u>Нуеун Т.Т., Чукин В.В.</u> Моделирование радиационных свойств облаков.....	52
<u>Панкратова Н.В., Скороход А.И., Еланский Н.Ф.</u> Газовый состав приземного воздуха Москвы: фоновые и экстремальные условия, оценка качества воздуха ..	53
<u>Полежаева И.Д., Чубарова Н.Е.</u> Аэрозольные свойства атмосферы в период лесных пожаров и их воздействие на УФ радиацию.	54
<u>Праслова О.В., Белан Б.Д., Антохин П.Н., Рассказчикова Т.М.</u> Динамика суточного хода парниковых газов в пограничном слое атмосферы.....	55
<u>Ракин А.А., Еланский Н.Ф., Лаврова О.В.</u> Структура острова тепла над городами России по наблюдениям с передвижной лаборатории	56
<u>Рахманова О.Р., Галашев А.Е.</u> Взаимодействие кластеров воды с нитрат ионами. Компьютерный эксперимент.....	57
<u>Савельева Е.С., Зуев В.В.</u> Влияние вулканических выбросов на разрушение озонового слоя в весенний период над Антарктидой.....	58
<u>Станкевич В.Ю.</u> Учет влияния ослабляющих факторов на результаты восстановления общего содержания озона по спектрам энергетической освещенности земной поверхности в ультрафиолетовом диапазоне	59
<u>Трифанова А.В., Локощенко М.А., Еланский Н.Ф.</u> Влияние скорости ветра по содарным данным на приземное содержание малых газов в Москве	60
<u>Фалалеева В.А., Фомин Б.А.</u> Новая версия полинейной модели FLBLM (Fast Line-by-Line Model)	61
<u>Цырка Т.Б., Обвинцева Л.А., Каминский В.А., Аветисов А.К.</u> Кинетика потери активности озоносвязывающих материалов	62
<u>Шилкин А.В.</u> Анализ влияния солнечных протонных событий на содержание атмосферного озона по спутниковым данным SBUV	63
<u>Шумский Р.А., Беликов И.Б.</u> Наблюдения турбулентных потоков озона в различных ландшафтных и сезонных условиях.....	64

Секция 2. Динамические процессы в атмосфере, проблема предсказуемости атмосферных явлений

<u>Ананьев Л.Б.</u> Авторегрессионная модель прогноза общего содержания озона с использованием межсуточного изменения метеопараметров над территорией Российской Федерации.....	65
<u>Андреев А.Б.</u> Вариации температуры в области мезопауза по наземным и спутниковым наблюдениям.	66
<u>Артамонов А.Ю.</u> Исследование явного турбулентного потока тепла в летние сезоны на Антарктической полярной станции Беллинсгаузен	67
<u>Артамонова И.В., Веретененко С.В.</u> Вариации длительности макросиноптических процессов под влиянием потоков космических лучей.	68
<u>Атлетова М.А.</u> Низкоуровневые струйные течения	69
<u>Бовчалюк А.П., Данилевский В.А., Сосонкин М.Г.</u> Динамика атмосферного аэрозоля над территорией Украины по данным спутникового поляриметра POLDER/PARASOL.....	70

<u>Богаевская Н.И., Иванова А.Р.</u> Некоторые особенности эволюции атмосферных фронтов в высоких широтах.....	71
<u>Зарубин А.С., Погорельцев А.И., Савенкова Е.Н.</u> Планетарные волны в стратосфере на основе анализа радиозатменных наблюдений эксперимента COSMIC.....	72
<u>Константинов П.И., Варенцов М.И.</u> Экспериментальные исследования метеорологических параметров приземного слоя атмосферы внутри городской застройки.....	73
<u>Куликов В.А., Гурвич А.С.</u> Определение анизотропии конвективной турбулентности с помощью лазерного просвечивания.....	74
<u>Лаппо П.О., Светашев А.Г.</u> Исследование методами WRF экстремального развития фронтальных процессов в области распространения теплого циклона над территорией Республики Беларусь в зимний период	75
<u>Люлюкин В.С.</u> Структура поля ветра при волнах Кельвина-Гельмгольца по данным содарных измерений.....	76
<u>Нахаев М.И.</u> Метеорологическая модель прогноза общего содержания озона над территорией Российской Федерации	77
<u>Разумова О.В., Горбатенко В. П.</u> Условия образования опасных конвективных явлений над юго-востоком Западной Сибири	78
<u>Семенова Ю. А., Закинян Р. Г., Смерек Ю. Л.</u> К вопросу о расчете скорости ветра при вихревых движениях в мезомасштабных процессах	79
<u>Табальчук Т. Г., Бородко С. К.</u> Роль ледяной фазы в формировании конвективных ячеек.....	80
<u>Шлендер Т.В., Бородко С.К.</u> Исследование развития озоновых аномалий с использованием моделей мезопрогнозирования	81

Секция 3. Климатические процессы, диагностика и моделирование взаимодействия компонентов климатической системы и изменений климата

<u>Акперов М.Г., Мохов И;И.</u> Анализ циклонической активности в атмосфере высоких широт Северного полушария	82
<u>Аржанов М.М.</u> Влияние изменения климата на динамику основных характеристик криолитозоны в XXI веке.....	83
<u>Аухадеев Т.Р.</u> Особенности барического режима на территории Приволжского федерального округа	84
<u>Ахметшина А.С., Огурцов Л.А.</u> Термический режим пограничного слоя атмосферы Западной Сибири.....	85
<u>Важнова Н.А., Переведенцев Ю.П.</u> Изменения климата Приволжского федерального округа и вопросы экологической безопасности.....	86
<u>Васильев Д.Ю., Шрамков Я.Н.</u> Выявление климатической составляющей погодного сигнала, с помощью вейвлет анализа.....	87
<u>Васильева А.В.</u> Оценки регионального отклика приземных атмосферных концентраций монооксида углерода (CO) на эмиссии от природных пожаров в Сибири на основе численных моделей RAMS и HYPACT.	88

<u>Гаверилов А.С., Мухин Д.Н., Лоскутов Е.М., Фейгин А.М.</u> Применение стохастического моделирования для реконструкции по временным рядам модели явления Эль-Ниньо средней сложности.....	89
<u>Девятова Е.В., Мордвинов В.И., Марченко О.Ю., Ознобихина О.А.</u> Возможность влияния циркуляционных условий в весенней стратосфере на циркуляцию тропосферы летом в Северном полушарии.....	90
<u>Иванова Н.С., Кужевская И.В.</u> Оценка климатических условий функционирования автомобильной отрасли Томской области	91
<u>Исаева М.В.</u> Особенности биоклиматических условий Приволжского федерального округа (ПФО).....	92
<u>Корнева И.А., Локощенко М.А.</u> Многолетние изменения температуры грунта на разных глубинах в Москве.....	93
<u>Косторная А.А.</u> Режим УФ-радиации на юге Западной Сибири	94
<u>Лисица С.М.</u> Влияние солнечных протонных событий на озоносферу	95
<u>Мартынова Ю.В., Крупчатников В.Н.</u> Исследование влияния глобальных климатических изменений на динамику шторм-треков Северного полушария.....	96
<u>Морару Е.И., Логинов С.В., Ипполитов И.И.</u> Связь изменчивостей потоков тепла в Северной Атлантике с климатом северных и умеренных широт Евразии	97
<u>Никитин М.А., Володин Е.М.</u> Исследование потенциальной предсказуемости климата в масштабах десятилетий по данным климатической модели ИВМ РАН.	98
<u>Никитина Н.Г., Мохов И.И.</u> Центры действия в атмосфере: анализ изменений по данным наблюдений, реанализа и моделей.	99
<u>Носырева О.В., Донурак Р.Р.</u> Оценка изменчивости климатических условий территории Томской области	100
<u>Пермякова О. В., Барашкова Н. К.</u> Тропический циклогенез и состояние основных объектов ОЦА в Северной Атлантике	101
<u>Поляков Д.В., Кужевская И.В.</u> Применение кластерного анализа для оценки температурно–влажностных условий в период активной вегетации на территории юга Западной Сибири	102
<u>Прокофьева М.А., Мохов И.И.</u> Блоклинги в атмосфере Северного полушария и их связь с температурными изменениями.	103
<u>Салугашвили Р.С.</u> Дальние атмосферно-океанические связи в колебаниях климата Атлантико-Европейского региона и колебания скорости вращения Земли.....	104
<u>Свиридов И.В.</u> Колебания Мировых осцилляций и их влияние на тропический циклогенез Тихого океана.....	105
<u>Сергеев Д.Е.</u> Методология динамической регионализации метеорологических полей и ее верификация на примере Западной Сибири.....	106
<u>Стрельченко Ю.Г., Анисимов О.А., Ренева С.А., Кокорев В.А.</u> Изменение климата и динамика подводной мерзлоты на шельфе морей Восточной Арктики	107
<u>Харюткина Е.В., Ипполитов И.И., Логинов С.В.</u> Влияние радиационных и циркуляционных факторов на изменчивость температуры воздуха на Азиатской территории России	108

<u>Червяков М. Ю., Скляров Ю. А., Котума А. И.</u> Наблюдения уходящей коротковолновой радиации с ИСЗ "Метеор-М" №1.....	109
<u>Чернокульский А.В., Эзау И.Н., Мохов И.И.</u> Облачность в Арктике в зимний период: межгодовые вариации и влияние на температурный режим.....	110
<u>Штабкин Ю.А.</u> Исследование долговременных изменений температуры на основании численного моделирования и экспериментальных данных.	111

Секция 4. Атмосферное электричество, глобальная электрическая цепь

<u>Афиногенов К.В., Галиченко С.В., Анисимов С.В.</u> Вариации электрической проводимости приземного слоя атмосферы по данным полевых наблюдений 2011 года.....	112
<u>Галиченко С.В., Афиногенов К.В., Анисимов С.В.</u> Электродинамическое состояние конвективного пограничного слоя атмосферы: численное моделирование и эксперимент.	113
<u>Жидков А.А., Калинин А.В., Мареев Е.А.</u> Моделирование атмосферных источников глобальной электрической цепи.....	114
<u>Закиров А.А., Грунская Л.В.</u> Программно-аналитический комплекс спектрального оценивания.....	115
<u>Петрушов Н.А.</u> Нелинейный расчет напряженности поля в окрестности заряженной струи.....	116
<u>Рубай Д.В., Грунская Л.В.</u> Исследование геомагнитного поля	117
<u>Суходолов Т.В., Смышляев С.П., Мареев Е.А.</u> Моделирование глобальных аспектов молниевой активности для исследования обратных связей с изменениями климата и газового состава атмосферы.....	118
<u>Тарабукина Л.Д.</u> Параметры грозовых разрядов в Якутии	119
<u>Торопов А.А., Козлов В.И., Муллаяров В.А., Стародубцев С.А.</u> Всплески нейтронов связанные с молниевыми разрядами облако-земля.....	120
<u>Шаталина М.В., Клименко В.В., Франк-Каменецкий А.В.</u> Низкочастотные спектры флуктуаций электрического поля в приземном слое атмосферы.....	121