

Утверждена Ученым советом ИФА
на заседании 01 ноября 2012 г.
протокол № 3 _____

ПРОГРАММА

дополнительной части кандидатского экзамена по физике
атмосферы для сотрудников ОИСА, специализирующихся по
малым примесям в атмосфере

1. Химический состав атмосферы.

Единицы измерения содержания газовых примесей в атмосфере. Вертикальные распределения составляющих. Милли- микро- и наносоставляющие. Фоновые и предельно допустимые концентрации ключевых примесей.

Озон в атмосфере. Его распределение и временная изменчивость. Связь с солнечной активностью и крупномасштабной атмосферной циркуляцией. Стратосферно-тропосферный перенос. Полярные озоновые аномалии, механизм их формирования. Тренды содержания парниковых газов. Предшественники озона. Генерация озона в загрязненном воздухе. Сухое осаждение, влажное осаждение.

2. Оптические свойства атмосферных газов и аэрозоля.

Вектор-параметр Стокса. Интенсивность и поляризация излучения. Матрица рассеяния, Индикатриса рассеяния. Объемные коэффициенты рассеяния, поглощения и ослабления. Оптическая прозрачность. Закон Бугера.

Рылеевское рассеяние. Поляризация рассеянного излучения.

Молекулярное поглощение. Происхождение спектров поглощения атмосферных газов. Общая характеристика спектров поглощения атмосферных газов в оптическом диапазоне.

Аэрозольное рассеяние. Теория Ми. Микрофизические характеристики аэрозоля.

3. Методы измерения МГС в атмосфере.

Контактные методы. Газоанализаторы. Газовая хроматография. Метод Бугера определения содержания примесей в атмосфере. Многоволновый метод. Озонные спектрофотометры Добсона и Брюера. Метод обращения.

Спутниковые методы измерения озона. Методы обратного рассеяния, излучения, теплового излучения и прозрачности. Надирная и касательная геометрии измерений.

Методы восстановления содержания МГС по косвенным измерениям. Байесовское и минимальное оценивание. Критерии оптимального восстановления. Погрешность восстановления. Постановка задачи восстановления в методах редукции измерений, понятие модели измерения. Постановка задачи восстановления в методах регуляризации.

4. Основы фотохимии озона и других малых составляющих атмосферы.

Фотодиссоциация. Каталитические циклы. Гетерогенные реакции. Скорость реакции, время релаксации.

Кислородный цикл Чепмена. Водородный цикл. Азотный цикл. Роль галогеноводородов в фотохимии озона.

5. Атмосферный аэрозоль

Микрофизические характеристики аэрозоля. Функция распределения частиц по размерам. Основные фракции аэрозоля. Параметры микроструктуры аэрозоля. Пространственное распределение и временная изменчивость атмосферного аэрозоля. Кинетика атмосферного аэрозоля. Процессы внутриатмосферной трансформации аэрозоля.

Оптика дисперсных сред.

Оптические характеристики мутных сред. Коэффициенты рассеяния и поглощения. Индикатриса Рассеяния. Поляризованное излучение. Параметры Стокса. Матрица рассеяния света. Методы измерения компонент матрицы рассеяния света.

Теория рассеяния света на отдельной частице

Теория рассеяния электромагнитных волн на однородной сферической частице. Общее решение волнового уравнения. Ряды Ми. Алгоритмы вычисления угловых и радиальных функций. Факторы эффективности рассеяния и поглощения. Матрица рассеяния света для однородной сферической частицы. Рассеяние света малыми частицами. Релеевское рассеяние.

Дифракция электромагнитных волн на больших частицах. Малоугловое приближение. Ореол и венцы. Приближение геометрической оптики. Радуги.

Рассеяние света системой частиц.

Обратные задачи светорассеяния.

Оптические характеристики полидисперсных сред. Влияние микрофизических параметров на оптические характеристики аэрозоля. Современные методы исследования оптических и микрофизических характеристик аэрозоля. Обратные задачи светорассеяния.

6. Основы динамики малых примесей в атмосфере.

Первое начало термодинамики. Уравнение состояния. Удельная теплота и внутренняя энергия. Адиабатический процесс.

Уравнение неразрывности. Уравнение движения. Сила Кориолиса.

Скорость звука. Потенциальная температура. Частота Брента-Вяйсяля. Гравитационные волны. Линейная задача для течения над препятствиями. Однослойная модель. Двухслойная модель.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Александров Э.Л., Кароль И.Л., Хргиан А.Х. Озонный щит Земли и его изменения. С.-Петербург, Гидрометеоиздат, 1992, 288 с.
2. Боровков А.А. Математическая статистика. М., Наука, 1994, 472 с.
3. Госсард Э.Э., Хук У.Х. Волны в атмосфере. Мир, 1978.
4. Зуев В.Е., Креков Г.М. Оптические модели атмосферы. Л., Гидрометеоиздат, 1986, 256 с.
5. Зуев В.Е., Макушкин Ю.С., Пономарев Ю.Н. Спектроскопия атмосферы. Л., Гидрометеоиздат, 1987, 247 с, Гл. 1.
6. Кароль И.Л., Тимофеев Ю.М. Газовые примеси в атмосфере. Л., Гидрометеоиздат, 1983, 191 с.
7. Перов С.П., Хргиан А.Х. Современные проблемы атмосферного озона. Л. Гидрометеоиздат, 1980, 288 с.
8. Тимофеев Ю.М. Спутниковые методы исследования газового состава атмосферы (Обзор). Изв. АН СССР, ФАО, 1989, т.25, № 5, с. 451-472.
9. Криволицкий А.А., Репнев А.И.. Воздействие космических факторов на озоносферу Земли. М: ГЕОС. 2009. 383 с.
10. Алоян А.Е.. Моделирование динамики и кинетики газовых примесей и аэрозолей в атмосфере. М.: Наука. 2008. 415 с.
11. Пытьев Ю.П. Методы анализа и интерпретации эксперимента. М.: Изд-во МГУ. 1990. 288 с.
12. Г. Ван де Хюлст. Рассеяние света малыми частицами. М., ИЛ, 1961.

13. Борен К., Хамфен Д. Поглощение и рассеяние света малыми частицами. М: Мир, 1986.
14. Розенберг Г.В. Сумерки. М.: Физматгиз, 1963.
15. Юнге Х. Химический состав и радиоактивность атмосферы. М., Мир, 1965.