

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики
Российской академии наук» (ИПФ РАН)

УТВЕРЖДАЮ:

Зам. директора по научной работе

М.Ю. Глявин



« 15 » апреля 2022 г.

Программа кандидатского экзамена по научной специальности

1.6.18. Науки об атмосфере и климате

Нижний Новгород
2022

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по научной специальности

1.6.18. Науки об атмосфере и климате

по физико-математическим наукам

Часть I. Структура и динамика атмосферы

Введение. Система уравнений, описывающих динамику атмосферы.

1. Равновесная вертикальная структура основных термодинамических параметров атмосферы.
 - 1.1. Гидростатическое равновесие.
 - 1.2. Радиационное равновесие. Парниковый эффект.
 - 1.3. Сухо - и влажноадиабатические вертикальные градиенты температур. Термодинамическая устойчивость. Конвекция.
2. Движения атмосферы планетарного масштаба.
 - 2.1. Система уравнений, описывающих движения планетарного масштаба.
 - 2.2. Геострофические движения. Геострофический и градиентный ветры. Термический ветер. Фронты. Струйные течения.
 - 2.3. Приливы.
 - 2.4. Меридиональная циркуляция (ячейка Гадлея).
 - 2.5. Планетарные волны (волны Россби). Описание с помощью “сферических” мод. Приближенное описание с помощью уравнения потенциального вихря. Приближение β -плоскости.
 - 2.6. Взаимодействие планетарных волн со средне-зональным течением. Стратосферные потепления и квази-двухлетние колебания.
3. Движения синоптических масштабов.
 - 3.1. Бароклинная неустойчивость.
 - 3.2. Баротропная неустойчивость.
 - 3.3. Вихри (циклоны и антициклоны) в атмосфере.
 - 3.4. Роль синоптических движений в глобальной циркуляции атмосферы.
4. Внутренние гравитационные волны. Турбулентность. Турбулентный перенос.
 - 4.1. Внутренние гравитационные волны. Основные источники и характеристики. Критический слой.
 - 4.2. Общее представление о теории турбулентности Колмогорова-Обухова.
 - 4.3. Природа и описание атмосферной турбулентности. Напряжения Рейнольдса. Полуэмпирический подход к описанию турбулентности.
 - 4.4. Коэффициенты турбулентного переноса атмосфере Земли.

Часть II. Радиационный перенос, малые химические составляющие, озоновый слой.

1. Радиация.
 - 1.1. Уравнение переноса излучения. Законы Кирхгофа.
 - 1.2. Модели радиационного равновесия атмосферы. Парниковый эффект. Конвекция.
 - 1.3. Ослабление (поглощение и рассеяние) солнечного излучения. Основные линии поглощения малых составляющих в оптическом и микроволновом диапазонах.
 - 1.4. Тепловые эффекты излучения.
 - 1.5. Фотохимические эффекты излучения.
2. Малые составляющие и химия атмосферы.
 - 2.1. Основные малые составляющие и их роль в формировании структуры атмосферы.
 - 2.2. Модель Чепмена формирования озонового слоя. Антропогенные факторы, влияющие на состояние слоя.
 - 2.3. Основные причины возникновения “озонных дыр” в полярной нижней стратосфере в зимне-весенний период.

Часть III. Облака и осадки. Аэрозоли

1. Микрофизика формирования частиц облаков.
 - 1.1. Равновесное давление пара над каплями растворов.
 - 1.2. Нуклеация. Роль фонового аэрозоля.
 - 1.3. Механизмы роста капель (конденсация, коагуляция броуновская и гравитационная)
 - 1.4. Рост ледяных кристаллов.
2. Осадки.
 - 2.1. Образование осадков. (Механизмы Вегенера-Бержерона и коагуляции.)
 - 2.2. Классификация облаков и осадков. Распределение осадков на земном шаре.
3. Аэрозоли.
 - 3.1. Источники аэрозольной компоненты земной атмосферы.
 - 3.2. Распределение аэрозоля по высоте. Скорость оседания аэрозоля. Слои аэрозоля в атмосфере. Распределение частиц аэрозоля по размерам.
 - 3.3. Эффекты рассеяния и поглощения света атмосферным аэрозолем. Экстинкция (закон Бугера). Рассеяние Ми. Рэлеевское рассеяние.

Часть IV. Атмосферное электричество

1. Глобальная электрическая цепь.
 - 1.1. Происхождение и распределение ионов, проводимость.
 - 1.2. Профиль напряженности электрического поля в атмосфере.
 - 1.3. Генераторы атмосферного электричества.
2. Грозовое электричество.
Механизм электризации облачных частиц. Электрические разряды (молния). Влияние разрядов на концентрации малых составляющих.

Часть V. Методы экспериментального исследования атмосферы радиофизическими методами

1. Физические механизмы, лежащие в основе современных дистанционных методов.
2. Наземные, зондовые, баллонные, самолетные и спутниковые методы наблюдения.
3. Исследования параметров атмосферы с помощью естественных внешних источников излучения (“на просвет”).
4. Исследование атмосферы активными методами в оптическом и микроволновом диапазонах.
5. Собственное излучение атмосферы и методы исследования, основанные на его регистрации.

Часть VI. Ионосфера Земли

1. Ионосфера, D, E, F области, их происхождение. Эффективный коэффициент рекомбинации.
2. Ионный состав.
3. Влияние ионосферы на распространение радиоволн: Ленгмюровская частота; Электромагнитные волны в изотропной плазме; Обыкновенные и необыкновенные нормальные волны в магнитоактивной плазме (показатели преломления и поляризация при продольном и поперечном распространении); Точки отражения и резонансы; Свистящие атмосферерики.

Часть VII. Магнитосфера

1. Магнитное поле Земли.
 - 1.1. Главное магнитное поле, магнитные карты. Происхождение главного поля
 - 1.2. Вековые вариации, инверсии.
2. Понятие о магнитосфере и областях радиации.
3. Полярные сияния и их происхождение.
4. Свечение ночного неба. Понятие о механизмах возбуждения основных эмиссий.

Литература

I. Основная литература

1. Флигль Р., Бузингер Дж. Введение в физику атмосферы. -М.: Мир, 1965.
2. Хргиан Д.Х. Физика атмосферы. Изд. 2. т.1, 2 -Л.: Гидрометеиздат, 1978 (Главы V-VII, XII-XIX, XXI, XXII).
3. Чемберлен Дж. Теория планетных атмосфер. М.: Мир, 1981 (Главы I, V)
4. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. М: Мир, 1981 (Главы I, VI, XII, XIII).
7. Холтон Дж. Р., Динамическая метеорология стратосферы и мезосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1979 (Главы 2, 3, 4) .
8. Монин А.С. Теоретические основы геофизической гидродинамики. Л.: Гидрометеиздат, 1988 (Глава 6).
9. Госсард Э., Хук У. Волны в атмосфере. М.: Мир, 1978 (Главы 2, 5, 10, 11).
10. Брасье Г., Соломон С. Аэрономия средней атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1987 (Главы 4, 5, 6).
11. Solomon S. Progress towards a qualitative understanding of Antarctic ozone depletion. Nature, v.347. p.p.347-354. 1990.
12. Solomon S. The mystery of the Antarctic ozone "hole". Reviews of Geophysics, v.26, n. 1, p.p. 131-148, 1988.
- 13.. Мучник В.М. Физика грозы. Л.: Гидрометеиздат, 1979.
14. Юман М., Молния, М.: Мир, 1972.
15. Чалмерс Дж. Атмосферное электричество. Л.: Гидрометеиздат, 1979.
16. Sinhc A., Toumi R. Tropospheric ozone, lighting, and climate change. Journal of Geophysical Research, v.102, n. D9, p.10667-10672, 1997.
17. Лазерный контроль атмосферы, под ред. Хинкли Э.Д. -М.: Мир, 1979.
18. Спектральные исследования космического и атмосферного электричества. Сб. научн. трудов под ред. Кислякова А.Г., Изд. ИПФ АН СССР, 1979.
19. Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме. М.:Наука, 1967 (Глава3).

II. Дополнительная литература

1. Маров М.Я., Колесниченко А.В., Введение в планетную аэрономию, М.: Наука, 1987.
2. Лоренц Э.Н. Природа и теория общей циркуляции атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1979.
3. Крупномасштабные динамические процессы в атмосфере. Под ред. Б. Хоскинса, Р. Пирса, М.: Мир, 1988.
4. Гинзбург Э.И., Гуляев В.Т., Жалковская Л.В. Динамические модели свободной атмосферы. Новосибирск: Наука, 1987.
5. Педлоски Дж. Геофизическая гидродинамика. М.: Мир. 1984. т.т. 1,2.
6. Мак-Ивен М., Филлипс Л., Химия атмосферы. М.: Мир, 1978.
7. Турбулентность (принципы и применения). Под ред. У. Фроста, Т. Моулдена, М.: Мир, 1980.
8. Мазин И.П., Шметер С.М. Облака (строение и физика образования). Л.: Гидрометеиздат, 1983.
9. Райст П. Аэрозоли. М.: Мир, 1987.