

01 ноября 2012 г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена для аспирантов и соискателей ИФА
по специальной части программы "Физика атмосферы"
"Атмосферная акустика"

1. Методы математического описания случайных полей

Случайные функции со стационарными приращениями. Локально однородные и изотропные случайные поля.

Пространственно-временные случайные поля.

Векторные случайные поля. Потенциальные и соленоидальные поля.

Понятие о стохастических дифференциальных уравнениях.

Понятие о теории фракталов и ее приложения к описанию случайных и волновых процессов.

2. Атмосферная турбулентность

Система уравнений динамики несжимаемой жидкости. Приближения Буснеска.

Теория локально-изотропной турбулентности Колмогорова-Обухова. Структурные и спектральные функции полей скорости и температуры. Диссипация энергии в турбулентном потоке.

Теории подобия приземного и пограничного слоев атмосферы.

Переменяемость турбулентности и когерентные структуры. Понятие о теориях нелокального переноса.

Методы экспериментального исследования обменных и диффузионных процессов в атмосферном пограничном слое.

Экспериментальные данные о характеристиках турбулентности в нижней и средней атмосфере.

Анизотропная турбулентность (теория формирования)

3. Распространение акустических и акусто-гравитационных волн в неоднородной движущейся атмосфере

Полная система акустических уравнений в поле силы тяжести и ее линеаризация.

Параболическое уравнение.

Плотность энергии и потока мощности в звуковой волне. Скорость звука в атмосфере.

Различные механизмы затухания акустических волн.

Рефракция звука в слоистой атмосфере. Распространение звука в атмосферных волноводах. Нормальные волны.

Внутренние гравитационные волны. Дисперсионные соотношения. Естественные источники инфразвука и внутренних волн в атмосфере.

Нелинейные эффекты при распространении акустических волн. Изменения формы импульсов.

Флуктуации амплитуды, фазы и угла прихода звуковых волн в турбулентной среде (приближение геометрической акустики и волновая теория).

Рассеяние звука турбулентными неоднородностями скорости ветра температуры и влажности.

Рассеяние электромагнитных волн на пространственной периодической структуре, создаваемой звуковой волной.

Шумовое загрязнение атмосферы.

4. Исследования атмосферы акустическими методами

Локальные акустические методы измерения средних и флуктуационных параметров.

Акустическая и радиоакустическая локация атмосферы.

Акустическая томография.

Решение обратных задач рефракции.

5. Экспериментальные методы атмосферной акустики.

Источники и приемники излучения. Формирование звуковых пучков.

Определение параметров инфразвуковых и внутренних гравитационных волн.

6. Статистические методы обработки экспериментальных данных и численное моделирование

Спектральный анализ. Вейвлет анализ. Статистически ортогональные разложения эмпирических функций.

Понятие о численном моделировании атмосферного пограничного слоя с осреднением по ансамблю и осреднением по объему (LES).

Литература (основная):

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика сплошных сред. М.: 1954 (гл 1-3).
2. Обухов А. М. Турбулентность и динамика атмосферы. Л., Гидрометеиздат, 1988, 413 с. (разделы 1-3).
3. Рытов С. М., Кравцов Ю. А., Татарский В.И. Введение в статистическую радиофизику, ч. II: Случайные поля. М.: Наука, 1978, 463 с.
4. Татарский В.И. Распространение волн в турбулентной атмосфере. М.:Наука, 1967. 548 с.
5. Блохинцев Д. И. Акустика неоднородной движущейся среды. М.: Наука, 1981, 298 с.
6. Бреховских Л.М., Годин О.А. Акустика слоистых сред. М.: Наука, 1989, 412 с.
7. Госсард Э., Хук У. Волны в атмосфере. М.: Мир, 1978. 532 с.
8. Зарембо Л.К., Красильников В.А. Введение в нелинейную акустику. М.: Наука, 1966,316 с.

Литература (дополнительная):

К разделам 1., 2.

1. Монин А. С. , Яглом А. М. Статистическая гидромеханика, т.1. С.-П.: Гидрометеиздат, 1992, 695 с.
2. Монин А. С. , Яглом А. М. Статистическая гидромеханика, ч. II. М.: Наука, 1967,720 с.
3. Фриш У. Турбулентность: наследие А.Н. Колмогорова. М.: Фазис, 1998, 350 с.
4. Ньистадт Ф. Е. М. и Ван Доп Х. (ред.) Атмосферная турбулентность и к) моделирования примесей. Л.: Гидрометеиздат, 1985, 351 с.
5. Федер Е. Фракталы. М.: Мир, 1989, 230 с.
6. Зосимов В. В., Лямшев Л.М. Фракталы в волновых процессах. *Успехи (риз. наук, 1995, 98, №5.*
7. I.P Chunchuzov. On the nonlinear shaping mechanism for gravity wave spectrum in the atmosphere.// *Ann. Geophys.*-2009.-V. 27.-p. 1-20.
8. A.S. Gurvich and I.P. Chunchuzov (2008). “ Three-dimensional spectrum of temperature fluctuations in stably stratified atmosphere.” *Annales Geophysicae*, 26, 2037-2042.

К разделам 3., 4.

1. Чернов А. А. Распространение волн в среде со случайными неоднородностями. М.: Изд АН СССР, 1958, 159 с.
2. Brown, E.H., Hall, F.F. Advances in atmospheric acoustics. *Review of Geophysics and Space Physics*, 1978,16, 47-100.
3. Руденко О.В., Солюян СИ. Теоретические основы нелинейной акустики. М.: Наука, 1975, 287 с.
4. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. М.: Мир. 1977. 622 с.
5. Метеорология верхней атмосферы Земли (под ред. Г.А.Кокина, С.С.Гейгерова). Л.:

Гидрометеиздат, 1981. 270 с.

6. Каллистратова М.А., Кон А.И. Радиоакустическое зондирование атмосферы. М.: Наука, 1985, 197 с.
7. Осташев В.Е. Распространение звука в движущихся средах. М.: Наука. 1992. 208 с.
8. Куличков, С.Н. Об акустическом зондировании неоднородных структур в средней атмосфере // Изв. АН. Физика атмосферы и океана. 1998. Т.34. №1. С.5-11.
9. Куличков С. Н., Буш Г. А. Быстрые вариации инфразвуковых сигналов на больших расстояниях от однотипных взрывов. // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2001. Т.37. № 3. С. 331-338,
10. С.Н. Куличков Постоянство “акустического импульса” при дальнем распространении инфразвука в атмосфере // Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2002, т.38, №5, с.658-664.
11. С.Н. Куличков, И.П. Чунчuzов, О.И. Попов. “Моделирование эффектов влияния тонкой неоднородной структуры атмосферы на дальнейшее распространение импульсных акустических сигналов.” Изв. РАН, Физика Атмосферы и Океана, 2010, т.46, №1, 69-77.
12. И. Чунчuzов, С. Куличков, О. Попов, Р. Вакслер и Дж. Ассинк. Рассеяние инфразвука на анизотропных неоднородностях атмосферы. Известия РАН Физика Атмосферы и Океана, 2011, т.47, № 5, 589-607.

К разделам 5., 6.

1. Морз Ф. Колебания и звук. М.-Л.: Гостехиздат, 1949, 496 с.
2. Тюлин В. Н. Введение в теорию излучения и рассеяния звука. М. Наука, 1976, V 254 с.
3. Марпл С. Л. мл. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1990, 560 с.

Зав. Радиоакустической лабораторией
д.ф.-м.н.

С.Н. Куличков

01.11.2012