

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

**Государственное учреждение  
«Научно-производственное объединение «Тайфун»**

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ГУ «НПО «Тайфун»

\_\_\_\_\_ В.М. Шершаков

\_\_\_\_\_ 2009г.

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ЭКЗАМЕНОВ  
В АСПИРАНТУРУ ГУ «НПО «ТАЙФУН»  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
25.00.29 - ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ И ГИДРОСФЕРЫ**

Рекомендована секцией Ученого совета ГУ «НПО «Тайфун»  
«физика атмосферы»,  
протокол № 1 от 26 февраля 2009 г.

## **1. Состав атмосферы**

1.1. Общие сведения. Строение атмосферы. Термодинамические и структурные параметры атмосферы. Газовый состав атмосферы: азот, кислород, углекислый газ и т.д. Ионизация атмосферы.

1.2. Атмосферный озон. Единицы измерения. Оптические свойства озона. Географическое распределение и годовой ход озона. Вертикальное распределение озона. Фотохимические процессы, контролирующие образование, распределение и сток озона в атмосфере. Перенос озона. Тропосферный озон.

1.3. Атмосферная пыль и загрязнение атмосферы. Естественный и антропогенный аэрозоль. Газообразное загрязнение. Распространение загрязняющих веществ. Пыльные и песчаные бури.

1.4. Водяной пар в атмосфере. Единицы измерения. Распределение влажности в приземном слое. Распределение влажности в тропосфере. Влажность стратосферы.

1.5. Модели атмосферы. Методы исследования атмосферы.

## **2. Тепловые процессы в атмосфере**

2.1. Основные законы статики атмосферы. Давление воздуха. Уравнение состояния воздуха. Зависимость давления воздуха от высоты над уровнем моря. Использование барометрической формулы. Давление и плотность воздуха на больших высотах. Давление воздуха на уровне моря. Суточные колебания давления и приливы.

2.2. Адиабатические процессы в атмосфере. Сухоадиабатический процесс. Энтропия. Потенциальная температура. Влажноадиабатический процесс. Адиабатические графики (термодинамические диаграммы). Высота уровня конденсации. Фен. Термодинамическая устойчивость в атмосфере. Гравитационные колебания и волны. Частота Брента-Вяйселя.

2.3. Радиационные процессы в атмосфере. Солнечная энергия. Законы излучения и спектр Солнца. Распределение солнечного тепла на земной поверхности в отсутствие атмосферы. Рассеяние и поглощение солнечных лучей в атмосфере. Ослабление солнечного излучения на его пути в атмосфере. Закон Бугера-Бэра. Солнечная радиация, достигающая поверхности Земли. Рассеяние радиации Солнца. Альbedo Земли.

2.4. Излучение земной поверхности и атмосфера. Природа излучения поверхности Земли. Поглощение в спектральных линиях и полосах. Поглощение и излучение длинноволновой радиации. Результаты наблюдений за излучением. Радиационный баланс.

2.5. Температура атмосферы. Тепловой баланс. Общее распределение температуры воздуха на земном шаре. Влияние растительности. Заморозки. Вертикальное распределение температуры в нижней тропосфере. Верхняя тропосфера и тропопауза. Инверсии. Суточный ход температуры. Стратосфера и мезосфера. Термосфера. Температура и плотность верхней атмосферы на высотах более 100 км.

### **3. Круговорот воды**

3.1. Суточный ход влажности. Конденсация и сублимация водяного пара в атмосфере. Упругость насыщенного пара. Механизм первичной конденсации. Ядра конденсации. Ледяные ядра.

3.2. Облака. Фазы воды в облаках. Микроструктура водяных и ледяных облаков. Охлаждение воздуха как причина конденсации и сублимации. Физические процессы образования облаков. Фронтальные и слоистообразные облака. Облака ячейковой конвекции. Кучевые и кучево-дождевые облака. Количество и высота облаков. Туманы и дымка. Перламутровые и серебряные облака.

3.3. Образование осадков. Конденсация. Коагуляция капель. Искусственное воздействие на облака и осадки.

3.4. Осадки. Дождь и морось. Снег и крупа. Град. Наземные осадки и облесение самолетов. Распределение осадков на земном шаре.

### **4. Динамика атмосферы. Элементы оптики атмосферы**

4.1. Ветер и кинематика воздушных течений. Скорость ветра. Вертикальное распределение средней скорости ветра. Годовой и суточный ход скорости ветра. Линии тока, траектории и вертикальные движения воздушных частиц. Исследование ветра и коэффициента диффузии в верхней атмосфере.

4.2. Силы, действующие в атмосфере. Основные формы движения атмосферы. Сила градиента давления и сила тяжести. Отклоняющая сила вращения Земли. Геоострофический и градиентный ветер. Сила внутреннего трения. Общие уравнения движения атмосферы. Агеострофическое отклонение ветра. Пограничный слой и изменение ветра с высотой.

4.3. Пограничный слой атмосферы. Основные параметры. Распределение метеорологических параметров с высотой. Критерии стратификации и устойчивости, характерные числа и их физический смысл. Приземный слой атмосферы. Представления о теории подобия, влияние стратификации.

4.4. Турбулентность, основные понятия. Критерии возникновения турбулентности в пограничном слое. Турбулентные потоки. Понятие о спектрах метеорологических величин применительно к приземному и пограничному слоям. Закон «пяти третей» Колмогорова-Обухова. Турбулентная энергия и ее диссипация.

4.5. Турбулентная диффузия. Понятие о коэффициенте турбулентной диффузии, основные закономерности турбулентной диффузии. Диффузия на высотах более 80 км.

4.6. Фронты и циклоны. Воздушные массы и их движение. Изменение ветра с высотой, определяемое горизонтальным градиентом температуры. Трансформация воздушных масс. Возникновение фронтов. Теплый фронт. Холодный фронт. Возникновение циклонов и антициклонов. Строение и эволюция циклонов. Наблюдение синоптических процессов с искусственных спутников Земли. Тропические циклоны. Антициклоны. Гидродинамический прогноз погоды.

4.7. Общая циркуляция атмосферы. Среднее распределение температуры и ветра в атмосфере, определяющее общую циркуляцию. Циркуляция тропической зоны. Циркуляция умеренных широт. Циркуляция над полярными областями. Циркуляция верхней атмосферы. Муссоны.

4.8. Элементы оптики атмосферы. Преломление и отражение света. Основы теории рассеяния и поглощения света в атмосфере. Дальность видимости.

4.9. Радуга и гало.

4.10. Исследования оптических характеристик верхней атмосферы и полярных сияний.

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Атмосфера. Справочник. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 510 с.
2. Динамическая метеорология. Под ред. Д.Л. Лайхмана. - Л.: Гидрометеиздат, 1976.
3. Зилитинкевич С.С. Динамика пограничного слоя атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1970.
4. Крейг Р.А. Метеорология и физика верхней атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1970.
5. Мазин И.П., Шметер С.М. Облака, строение и физика образования. - Л. Гидрометеиздат, 1983.
6. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1984.
7. Монин А.С, Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Ч. 1 и 2. - М.: Наука, 1979.
8. Тараканов Г.Г. Тропическая метеорология. - Л.: Гидрометеиздат, 1980.
9. Хргиан А.Х. Физика атмосферы. Том. 1,2. -Л.: Гидрометеиздат, 1986.