

ПРОГРАММА-МИНИМУМ
кандидатского экзамена по специальности
МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ
(25.00.30)

Введение

Предмет и задачи метеорологии. Положение метеорологии в системе наук, связь с другими дисциплинами. Основные этапы развития метеорологии и роль отечественных и зарубежных ученых в этом развитии. Международное сотрудничество в области метеорологии. Современное деление метеорологии на отдельные дисциплины. Методы исследования, применяемые в метеорологии. Прикладные задачи метеорологии, агрометеорологии и климатологии. Погода, как совокупность метеорологических элементов и атмосферных явлений.

I. ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ

1. Общие сведения об атмосфере

1. Газовый состав атмосферы. Уравнение состояния сухого воздуха. Водяной пар в атмосфере. Характеристики влажности воздуха. Уравнение состояния влажного воздуха. Виртуальная температура. Переменные составные части воздуха: озон, пыль, естественные и искусственные примеси и другие аэрозоли. Изменение состава воздуха с высотой.
2. Строение атмосферы. Принципы деления атмосферы на слои. Гемосфера и гетеросфера. Тропопауза, стратосфера, мезосфера, термосфера, экзосфера. Озоносфера. Ионосфера и ионосферные слои.
3. Основные физические явления, происходящие в разных слоях атмосферы. Протяженность верхней границы атмосферы. Диссипация газов из атмосферы. Понятие о прямых и косвенных методах изучения атмосферы. Исследование атмосферы с помощью ИСЗ и ракет. Распределение температуры, плотности, давления в атмосфере по данным ракет и ИСЗ.
4. Основы статики атмосферы. Уравнение статики. Вертикальный барический градиент и барическая ступень. Барометрическая формула. Изменение давления с высотой в изотермической, политропической и реальной атмосфере. Полная барометрическая формула.
5. Основы термодинамики атмосферы. Первое начало термодинамики в применении к атмосфере. Адиабатические изменения температуры при вертикальных перемещениях сухого и влажного насыщенного и ненасыщенного воздуха. Политропические процессы. Уравнение Пуассона. Потенциальная температура и ее свойства.

2. Лучистая энергия в атмосфере

1. Общие сведения о потоках лучистой энергии в атмосфере. Коротковолновая и длинноволновая радиация. Солнце как источник энергии. Солнечная постоянная. Инсоляция.
2. Ослабление солнечной радиации. Рассеяние радиации в атмосфере Земли. Поглощение радиации в атмосфере. Изменение температуры в атмосфере в связи с лучистым теплообменом.
3. Прямая и рассеянная солнечная радиация у земной поверхности и ее зависимость от высоты солнца. Методы изменения прямой и рассеянной радиации.

4. Годовой ход и зональное распределение сумм радиации. Альbedo для прямой и рассеянной радиации, его зависимость от высоты солнца. Альbedo для естественных поверхностей и Земли в целом. Длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы; эффективное излучение.

5. Радиационный баланс системы Земля-атмосфера и исследование его с помощью ИСЗ. Практическое использование солнечной энергии.

3. Тепловой режим атмосферы

1. Тепловой режим приземного слоя атмосферы. Турбулентное перемешивание в атмосфере. Уравнение турбулентного обмена. Коэффициент турбулентности. Изменение температуры воздуха с высотой в приземном слое. Суточный ход температуры воздуха в приземном слое.

2. Тепловой режим свободной атмосферы. Уравнение притока тепла. Влияние различных видов притоков тепла на термический режим атмосферы.

3. Распределение температуры по вертикали в тропосфере и стратосфере на разных широтах. Стандартная атмосфера. Инверсия в тропосфере.

4. Тепловой баланс. Уравнение теплового баланса подстилающей поверхности. Тепловой баланс суши и моря.

5. Суточный и годовой ход составляющих баланса. Тепловой баланс системы «Земля-атмосфера».

4. Вода в атмосфере

1. Испарение и факторы его определяющие. Методы расчета испарения с различных подстилающих поверхностей.

2. Вертикальный перенос водяного пара в атмосфере. Изменение характеристик влажности с высотой.

3. Условия фазовых переходов воды в атмосфере. Ядра конденсации. Процессы, приводящие к образованию облаков.

4. Осадки из водяных, ледовых и смешанных облаков. Условия образования града, крупы, снежных зерен.

5. Физические основы методов активного воздействия на туманы, облака, осадки. Искусственное образование осадков.

6. Общая схема влагооборота в атмосфере.

5. Динамика атмосферы. Воздушные течения

1. Поле давления. Барическое поле на горизонтальной плоскости и в пространстве, способы его графического представления.

2. Связь изменения давления в атмосфере с изменением средней температуры слоя.

3. Распределение давления по земному шару.

4. Силы, действующие при горизонтальном движении воздуха в атмосфере.
5. Стационарное движение без трения при прямолинейных и круговых изобарах.
6. Стационарное движение при наличии трения и сил турбулентной вязкости при различной конфигурации изобар.
7. Изменение скорости и направления ветра с высотой в пограничном слое. Влияние горизонтального изменения температуры на изменение скорости и направления ветра в свободной атмосфере.

6. Физико-математические основы численного прогноза погоды

1. Исходные уравнения гидротермодинамики.
2. Понятие об уравнении вихря скорости и его значение.
3. Анализ формулы для локального изменения геопотенциала на среднем уровне.
4. Вертикальные движения в свободной атмосфере.
5. Пограничный слой в атмосфере и суточный ход метеорологических элементов в нем.
6. Трансформация полей температуры и влажности под влиянием подстилающей поверхности.
7. Крупномасштабные атмосферные движения в свободной атмосфере.
8. Гравитационные и длинные волны (волны Россби) и их роль в динамике атмосферы.

II. СИНОПТИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ И ПРОГНОЗ УСЛОВИЙ ПОГОДЫ

1. Синоптический метод

- 1.1. Предмет синоптической метеорологии. Определение синоптического метода.
- 1.2. Метеорологическая информация и основные требования к ней. Системы получения и сбора метеорологической информации. Служба погоды в России. Всемирная служба погоды.
- 1.3. Воздушные массы. Классификация воздушных масс. Характеристика погоды в устойчивых и неустойчивых воздушных массах.
- 1.4. Атмосферные фронты. Общие сведения о фронтах и фронтальных зонах, планетарные фронтальные зоны. Классификация фронтов.
- 1.5. Вне тропические циклоны и антициклоны. Общие сведения о циклонах и антициклонах и их строении. Возникновение и эволюция вне тропических циклонов и антициклонов, стадии их развития.
- 1.6. Статистические методы прогноза. Основные этапы разработки статистических методов прогноза. Экстраполяционные прогнозы.

2. Прогноз погоды

- 2.1. Классификация прогнозов. Оптимальная стратегия использования прогностической информации.
- 2.2. Прогноз ветра и особых явлений погоды, связанных с ветром (шквалы, метели, пыльные бури, болтанки самолета). Прогноз ветра в приземном слое и на высотах.
- 2.3. Прогноз температуры и влажности воздуха в приземном слое и на высотах. Прогноз заморозков.
- 2.4. Прогноз слоистообразной нефронтальной облачности. Прогноз обложных осадков.
- 2.5. Прогноз конвективной облачности. Прогноз ливневых осадков. Прогноз гроз. Прогноз града.
- 2.6. Классификация туманов. Прогноз туманов различных типов. Общий прогноз видимости.
- 2.7. Прогноз особых явлений, связанных с процессами конденсации (гололеда, изморози, обледенения самолетов, обледенения морских судов).

III. КЛИМАТ

1. Климат как статистический режим. Масштабы климата: макроклимат, мезоклимат (местный климат), микроклимат.
2. Климат приземного слоя воздуха.
3. Климат свободной атмосферы. Принципы комплексной и динамической климатологии. Связь климата с географической средой и сельскохозяйственной деятельностью.
4. Прикладные задачи климатологии.
5. Радиационный баланс земной поверхности и климатообразование.
6. Атмосферная циркуляция и климатообразование.
7. Географическая зональность климата и отклонение от нее.
8. Основные типы климата: морской и континентальный климат, показатели континентальности; аридный и гумидный климат. Высотная климатическая зональность и горные климаты.
9. Принципы классификации климатов. Классификация климатов по Кеппену, Бергу, Алисову, Будыко-Григорьеву.
10. Общие характеристики климатических зон и областей земного шара. Климатические области России.
11. Изменения климата в геологическом прошлом, в частности в плейстоцене (антропогене). Изменение климата в историческое время. Современные изменения климата по данным инструментальных наблюдений. Непреднамеренные антропогенные воздействия на климат.
12. Математическое моделирование климата. Перспективы прогноза изменений климата.

IV. ОБЩАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ

1. Роль основных факторов в формировании общей циркуляции атмосферы. Особенности циркуляции, связанные с неравномерным распределением тепловой энергии по земному шару, неравномерным распределением суши и океана и характером подстилающей поверхности.
2. Роль солнечной активности и других факторов земного и космического происхождения. Озон в атмосфере.
3. Средние многолетние характеристики общей циркуляции атмосферы.
4. Распределение давления, температуры и осадков на земном шаре. Направление и скорость основных переносов воздуха у Земли и на высотах.
5. Планетарные высотные фронтальные зоны и зоны струйных течений. Повторяемость циклонов и антициклонов в северном полушарии.
6. Особенности циркуляции и режима погоды в различных зонах земного шара: экваториальной, тропической и субтропической, умеренных широт, в полярных зонах.
7. Основные объекты общей циркуляции атмосферы. Положение, интенсивность и сезонные колебания центров действия атмосферы.
8. Схемы общей циркуляции атмосферы и их критика. Индексы циркуляции.
9. Классификация и типизация макросиноптических процессов, положительные и отрицательные их стороны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блютген И. География климатов. т. 1, 2, М., «Прогресс», 1972.
2. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Гидрометеиздат, 1984.
3. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Издание третье; части 1 и 2. Л., Гидрометеиздат, 1986.
4. Гирс Ф.Ф., Кондратович В.К. Методы долгосрочных прогнозов погоды. Л., Гидрометеиздат, 1978.
5. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л., Гидрометеиздат, 1977.
6. Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышева Н.В. и др. Климатология. Уч. для вузов по спец. «Метеорология». Л., Гидрометеиздат, 1989.
7. Васильев П.П. Прогноз основных элементов погоды с использованием результатов интегрирования гидродинамических моделей атмосферы. Методы среднесрочных прогнозов. Труды международного симпозиума. Л., Гидрометеиздат, 1989.
8. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. Л., Гидрометеиздат, 1983.

Дополнительная литература

1. Белов П.Н. Практические методы численного прогноза погоды. Л., Гидрометеиздат, 1967.
2. Матвеев Л.Т., Шварев И.М., Лушев Е.Г. Физика верхней атмосферы. Изд. МО СССР, 1973.

Периодические издания

1. «Труды Гидрометцентра России», «Труды главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова» и др.
2. «Известия РАН. Серия географическая», «Известия РАН. Физика атмосферы и океана».
3. Журнал «Метеорология и гидрология».
4. Интернет–ресурсы.