

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(Росгидромет)

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ»
(ФГБУ «АНИИ»)



УТВЕРЖДАЮ
Директор
д.г.н., проф. РАН

А.С. Макаров

«30» марта 2022 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ, ПРОВОДИМОГО
ФГБУ «АНИИ» САМОСТОЯТЕЛЬНО
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ НА ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И
НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

**по группе научных специальностей 1.6. - Науки о Земле и окружающей среде,
научная специальность**

1.6.18. - Науки об атмосфере и климате

Согласовано:

Главный научный сотрудник отдела
взаимодействия океана и атмосферы

А.П. Макшас

Санкт-Петербург

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине «Науки об атмосфере и климате» предназначена для поступающих на обучение по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного учреждения «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» по группе научных специальностей 1.6. - Науки о Земле и окружающей среде, научная специальность 1.6.18. - Науки об атмосфере и климате.

1. Строение, состав, свойства атмосферы

Предмет и метод метеорологии, ее место среди других наук и связь между ними и с различными видами земной деятельности. Основные метеорологические величины и атмосферные явления.

Состав атмосферы. Состав атмосферного воздуха. Постоянные и переменные составные части атмосферного воздуха. Антропогенное загрязнение атмосферы. Изменение состава воздуха с высотой.

Вертикальное строение атмосферы. Краткая характеристика тропосферы, стратосферы, мезосферы, термосферы, экзосферы. Гомо- и гетеросфера. Озоносфера. Ионосфера. Понятие пограничного и приземного слоя атмосферы. Понятие о воздушных массах и фронтах.

Уравнение состояния сухого и влажного воздуха. Виртуальная температура. Характеристики влажного воздуха и связь между ними.

2. Статика и термодинамика атмосферы

Силы, действующие в атмосфере в состоянии равновесия. Уравнение статики, его следствие. Понятие локальной и полной производной метеорологических величин. Понятие градиента метеорологической величины. Барический градиент и барическая ступень. Барометрические формулы для однородной, изотермической, политропной и реальной моделей атмосфер. Практическое использование барометрических формул. Изменение плотности воздуха с высотой. Стандартная атмосфера.

Первое начало термодинамики применительно к атмосфере. Адиабатические процессы. Сухоадиабатический градиент. Потенциальная температура и ее свойства.

Первое начало термодинамики при влажноадиабатическом процессе. Влажноадиабатический градиент, его зависимость от температуры и давления. Псевдоадиабатические процессы. Эквивалентно-потенциальная и псевдопотенциальная температура, их свойства. Понятие о неадиабатических процессах.

Изменение параметров воздушной частицы при ее вертикальных перемещениях. Кривая состояния. Уровень конденсации. Уровень конвекции. Энергия неустойчивости. Аэрологическая диаграмма. Принципы построения термодинамических графиков, их использование.

Стратификация атмосферы. Критерии оценки вертикальной термической устойчивости атмосферы. Метод частицы.

3. Лучистая энергия в атмосфере

Определение понятий и величин, характеризующих электромагнитное излучение. Понятия потока, интенсивности и инсоляции. Распределение энергии по спектру и интегральный поток солнечной радиации на верхней границе атмосферы. Солнечная постоянная.

Поглощение и рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Закон ослабления монохроматического и интегрального потоков радиации. Функции пропускания и поглощения. Спектральные и интегральные характеристики прозрачности атмосферы. Фактор мутности. Спектральный состав солнечной радиации у земной поверхности. Особенности радиационных процессов в загрязненной атмосфере.

Прямой, рассеянной и суммарной потоки солнечной радиации. Факторы, влияющие на них. Отражение и поглощение солнечной радиации земной поверхностью. Коэффициенты отражения (альбедо) и поглощения. Альбедо различных естественных поверхностей, облаков и Земли как планеты. Суточный ход альбедо.

Длинноволновое излучение. Излучение земной поверхности и атмосферы. Распределение энергии по спектру. Радиационные свойства естественных поверхностей. Поглощение земного излучения в атмосфере. Уходящее и встречное излучение атмосферы. Эффективное излучение, факторы, влияющие на него.

Радиационный баланс земной поверхности. Радиационный баланс атмосферы. Радиационный баланс Земли как планеты. Факторы, определяющие радиационный баланс, его суточный и годовой ход.

4. Тепловой режим почвы и атмосферы

Теплофизические характеристики почвы, воды и воздуха. Основные законы распространения тепла в почве. Температура земной поверхности. Вертикальное распределение температуры почвы. Поток тепла в почве. Особенности распространения тепла в водоемах.

Потоки тепла в атмосфере. Уравнение притока тепла в атмосфере. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере. Коэффициент турбулентного обмена и коэффициент турбулентности. Методы его определения. Методы расчета турбулентного потока тепла. Суточный и годовой ход температуры.

Изменение температуры воздуха с высотой. Периодические и непериодические изменения температуры в тропосфере. Инверсии температуры. Высота и температура тропопаузы.

Уравнение теплового баланса земной поверхности. Уравнение теплового баланса атмосферы и системы Земля – атмосфера.

5. Физика воды в трех фазовых состояниях и ее свойства в атмосфере

Условия фазовых переходов вода в атмосфере. Диаграмма фазовых состояний воды в атмосфере. Роль ядер конденсации. Образование зародышевых капель. Факторы, влияющие на ее рост. Переохлаждение капель. Образование ледяных кристаллов в атмосфере.

Уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере. Испарение с земной поверхности и с поверхностей больших и малых водоемов. Равновесная относительная влажность.

Туманы. Физико-метеорологические условия образования туманов. Их классификация. Основные характеристики туманов. Модели образования и строения туманов. Прогноз радиационных туманов.

Облака. Физико-метеорологические условия образования облаков. Роль вертикальных движений различного масштаба, турбулентного перемешивания и радиационного выхолаживания в образовании облаков. Международная классификация облаков. Генетическая классификация облаков. Физические характеристики облаков: водность, размер капель; капельные, кристаллические и смешанные облака; нижняя и верхняя границы облаков, их изменчивость во времени и пространстве.

Осадки. Классификация осадков. Процессы укрупнения капель и кристаллов в облаках. Скорость роста и испарения капель. Коэффициент соударения (захвата). Роль твердой фазы в образовании осадков. Осадки из капельных, кристаллических и смешанных облаков. Особенности образования града. Наземная конденсация и осадки.

Понятие о физическом механизме воздействия на облака, туманы, осадки. Представление о способах активного воздействия и их эффективности.

6. Оптические и электрические явления в атмосфере. Акустика атмосферы

Оптические величины. Оптические явления, связанные с рассеянием света в атмосфере. Цвет неба. Яркость небесного свода. Кажущаяся форма небесного свода, явления, с этим связанные. Освещенность земной поверхности в различное время суток. Свечение ночного неба. Яркость фона и различных поверхностей. Сумерки и заря.

Метеорологическая дальность видимости. Факторы, влияющие на нее. Дальность видимости естественных и искусственных объектов. Дальность видимости огней. Понятие о полетной и посадочной видимости. Видимость в облаках, туманах, осадках.

Причины рефракции света в атмосфере. Астрономическая и земная рефракции. Явления, обусловленные рефракцией света.

Гало, венцы, радуга и другие оптические явления.

Поверхностный заряд Земли. Ионизация воздуха. Легкие и тяжелые ионы. Электрические заряды и электрическое поле атмосферы. Проводимость атмосферы.

Ионосфера, ее основные характеристики.

Электрическое поле облаков. Основы теории грозового электричества. Электрические токи осадков. Гроза как атмосферное явление. Статистические характеристики гроз.

Общие понятия акустики атмосферы. Скорость звука. Условия распространения звуковых волн в атмосфере.

7. Динамика атмосферы

Силы, действующие в атмосфере. Уравнение движения атмосферы. Установившееся движение воздуха без учета сил трения. Градиентный ветер. Геоострофического ветер. Изменение геоострофического ветра с высотой. Спираль Экмана. Градиентный ветер в циклоне и антициклоне с учетом и без учета силы трения.

Атмосфера – турбулентная среда. Динамические факторы возникновения атмосферной турбулентности. Основные характеристики турбулентности. Турбулентный поток и приток субстанции.

Понятие о приземном и пограничном слоях атмосферы. Изменение скорости ветра с высотой. Суточный ход ветра.

8. Прогнозирование погоды

Основные понятия синоптической метеорологии. Приземные карты погоды. Барометрическая формула геопотенциала. Карты барической топографии.

Метеорологическая информация. Синоптическая сеть станций. Виды и источники метеорологической информации. Кодирование фактических данных о погоде.

Первичный анализ метеорологической информации. Обработка карт погоды и барической топографии. Построение аэрологических диаграмм. Приемы количественного анализа карт погоды. Трансляционные и эволюционные изменения метеорологических элементов. Оценка вертикальных токов конвекции.

Воздушные массы. Условия формирования. Классификации. Эволюция.

Атмосферные фронты. Классификация. Условия образования и размывания фронтов.

Циклоны и антициклоны. Условия возникновения и стадии развития.

Прогноз синоптического положения. Методы и приемы прогноза перемещения барических систем, воздушных масс и фронтов.

Прогноз условий погоды. Виды прогнозов погоды. Формулировка и приемы оценки качества. Прогноз ветра и особых явлений погоды, связанных с ветром. Прогнозы температуры воздуха, облачности и осадков. Прогноз видимости и туманов.

Современные системы глобального и мезомасштабного прогноза погоды от нескольких часов до трех суток.

Приемы изображения макрометеорологических процессов. Построение карт распределения средних значений метеорологических элементов и их отклонений от многолетней «нормы». Сборные и сборно-кинематические карты, карты траекторий циклонов и антициклонов.

Определение эффективности методов и приемы оценки качества долгосрочных прогнозов погоды. Обеспечение методов прогноза. Сравнение успешности методических прогнозов с инерционными и случайными.

Методы прогнозов на три дня. Понятие «естественного синоптического» периода и «естественного синоптического» процесса и их связь с высотными деформационными полями. Принципы составления прогнозов на три дня. Использование аналогов при составлении прогнозов. Критерии выбора аналогов на ЭВМ.

Методы прогнозов на пентаду и декаду. Расчет полей температуры и осадков на пентаду и декаду по континентальным районам России и Арктическому бассейну.

Понятие о «естественном синоптическом» сезоне, определение и основные их характеристики. Выявление характерных процессов и их прогностические возможности. Прогностические свойства тенденции «естественного синоптического» сезона. Способ расчета аномалий высот H500, температуры воздуха и осадков на сезон.

Методы прогнозов погоды на месяц. Использование особенностей «естественного синоптического» сезона и учета предшествующих синоптических процессов и элементов погоды при составлении прогнозов погоды на месяц. Роль аналогов и принципов их нахождения для составления прогноза синоптических процессов и элементов погоды. Гидродинамический и статистический методы прогнозов.

Основные формы циркуляции атмосферы и их преобразования. Типы преобразований и их обеспеченность. Роль гомологов и способы их выбора. Составление прогнозов по Арктическому бассейну и их уточнение.

Методы долгосрочных прогнозов погоды, применяемые в зарубежных странах (США, Япония, Германия, Индия и т.д.)

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аргучинцев В.К. Динамика атмосферы // Учебное пособие. Иркутск, из-во Иркутского ун-та, — 2006. — 130 с.
2. Вельтищев Н.Ф., Степаненко В.М. Мезометеорологические процессы – М.: 2006. – 104 с
3. Дашко Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии, Владивосток: ДВГУ, 2005 — 523 с
4. Зверев А.С. Синоптическая метеорология.-Л.:Гидрометеиздат, 1977
5. Кислов А.В., Суркова Г.В. Климатология. Учебник.– М.: Академия, 2020. – 352 с.

6. Клёмин В.В., Готюр И.А. Гидродинамические прогнозы: Учебник.— СПб:Наука, 2021.—220 с.
7. Клёмин В.В., Кулешов Ю.В., Суворов С.С., Волконский Ю.Н.. Динамика атмосферы. Учебник. СПб: Наука,2013.— 421 с.
8. Матвеев Л.Т, Матвеев Ю.Л. Облака и вихри - основа колебаний погоды и климата. // СПб.: РГГМУ, 2005. — 327 с.
9. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. - СПб.: Гидрометеиздат, 2000— 778 с.
10. Русин И.Н. Арапов П.П. Основы метеорологии и климатологии. Курс лекций. // СПб.: изд. РГГМУ, 2008. — 199 с.
11. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология Учебник. М.: Наука, 2006 — 584 с.
12. Швед Г.М. Введение в динамику и энергетику атмосферы: учеб. пособие. — СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2020. — 396 с.
13. Динамическая метеорология. Под ред. Д. Л. Лайхтмана. Л.: Гидрометеиздат, 1976.
14. Бройдо А. Г. и др. Задачник по общей метеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1984.
15. Атлас облаков. Под ред. А. Х. Хргиана, Н. И. Новожилова. Л.: Гидрометеиздат, 1978.
16. Дубровина Л. С. Облака и осадки по данным самолетного зондирования. Л.: Гидрометеиздат, 1982.
17. Доронин Ю. П. Взаимодействие атмосферы и океана. Л.: Гидрометеиздат, 1981.
18. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Издание третье; части 1 и 2. Л.: Гидрометеиздат, 1986.
19. Багров Н.А., Кондратович К.В., Педь Д.А., Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. Л.: Гидрометеиздат, 1985.
20. Руководство по месячным прогнозам погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1972.
21. Монин А.С. Теоретические основы геофизической гидродинамики. Л.: Гидрометеиздат, 1988.
22. Городецкий О. А., Гуральник И. И., Ларин В. В. Метеорология, методы и технические средства наблюдений. Л.: Гидрометеиздат, 1984.
23. Стернзат М. С. Метеорологические приборы и измерения. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 392 с.
24. Семенченко Б.А. Физическая метеорология. М.: Аспект Пресс, 2002, 415с.
25. Шакина Н. П. Динамика атмосферных фронтов и циклонов. Л.: Гидрометеиздат, 1985.
26. Ривин Г.С. Современные вычислительные технологии в задачах прогноза погоды // Вычислительные технологии, 2004, т. 9.