

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
**ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ЛИН СО РАН)**



УТВЕРЖДАЮ

Директор

А.П. Федотов

«08» апреля

2022 г.

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ НА
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММЫ
ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В
АСПИРАНТУРЕ**

Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.6. Науки о Земле и окружающей среде

Научная специальность: **1.6.18. Науки об атмосфере и климате**

Иркутск, 2022

1. Формула специальности:

Научная специальность, объединяющая исследования в области метеорологии и климатологии.

Метеорология – наука об атмосфере, ее составе, строении, свойствах, физических и химических процессах, в ней происходящих. Теоретической основой метеорологии служат фундаментальные законы физики и химии.

Климатология – наука о закономерностях формирования климатов и их распределении на Земном шаре, изменениях климата в прошлом и прогноз возможных изменений климата в будущем. В своих выводах климатология исходит из понятий и законов метеорологии.

Практическое значение результатов исследований в рамках данной специальности заключается в получении информации о состоянии погоды и характеристиках климата в пункте, районе, области и стране, прогнозе погоды, прогнозе опасных и особо опасных атмосферных явлений, статистическом прогнозе аномалий температуры и осадков, оценке качества атмосферного воздуха и прогнозе распространения загрязнений, оценке влияния погодных условий на состояние окружающей среды, прогнозе естественных и антропогенных изменений климата.

2. Направления исследований:

1. Состав и строение земной атмосферы. Понятие атмосферы. Основные физические характеристики атмосферы. Состав воздуха в нижних слоях атмосферы. Состав воздуха в более высоких слоях атмосферы. Принципы деления атмосферы на слои. Основные и переходные слои атмосферы по признаку температурной стратификации. Вертикальное расслоение атмосферы по другим признакам.

2. Статика атмосферы. Силы, действующие в атмосфере, в состоянии равновесия. Основное уравнение статики атмосферы. Барометрические формулы. Геопотенциал. Атмосферное давление. Основное уравнение статики атмосферы. Уравнение состояния сухого воздуха. Уравнение состояния влажного воздуха. Соотношение между различными характеристиками сухого и влажного воздуха. Полная барометрическая формула. Барическая ступень. Абсолютная и относительная высота изобарических поверхностей.

3. Физика средней и верхней атмосферы. Ионосфера. Образование ионосферных слоев. Поглощающие свойства атмосферы. Движение электронов и ионов в электрических и магнитных полях. Распространения электромагнитных волн в ионосферной плазме.

4. Спутниковые и радиолокационные исследования. Спутниковая метеорология: Метеорологические спутники и их применение для прогноза и диагноза погоды.

5. Сухой и влажный воздух в атмосфере. Первое начало термодинамики применительно к атмосфере. Адиабатический и сухоадиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Потенциальная температура. Изменение потенциальной температуры с высотой при различных видах стратификации атмосферы. Адиабатические процессы во влажном ненасыщенном воздухе. Влажноадиабатические процессы. Уравнение первого начала термодинамики для влажно-адиабатического процесса. Стратификация атмосферы по отношению к влажноадиабатическому и сухоадиабатическому движению частицы.

6. Кинематика сплошной среды. Поле скоростей. Линии тока и траектории. Трубка тока и струя. Вихревые линии и трубки. Первая и вторая теоремы Гельмгольца. Тензор скоростей деформаций. Ускорение жидкой частицы. Теорема Кельвина.

7. Гидродинамика. Основные уравнения движения идеальной жидкости (уравнения Эйлера). Уравнение Гельмгольца - Фридриха и теоремы сохранения вихрей. Теорема Бернулли. Скорость звука. Ньютоновская вязкая жидкость и ее реологическое уравнение. Уравнение Навье - Стокса. Одномерное стационарное движение газа по трубе переменного сечения.

8. Динамика атмосферы. Основное уравнение динамики атмосферы. Силы, действующие на частицу воздуха. Сила Кориолиса. Уравнение неразрывности. Геострофическое состояние атмосферы. Геострофический ветер. Изменение геострофического ветра с высотой. Термический ветер. Градиентный ветер в циклонах и антициклонах. Спираль Экмана.

9. Основные законы излучения. Поток радиации. Монохроматический поток радиации. Излучательная, поглощательная и отражательная способность тела. Относительный коэффициент пропускания. Абсолютно черное тело, абсолютно белое тело. Функции, поглощения, отражения и пропускания. Закон Кирхгофа. Закон смещения Вина. Закон Стефана – Больцмана.

10. Радиационный режим атмосферы. Спектр излучения Солнца. Солнечная постоянная. Поглощение солнечной радиации в атмосфере Земли. Рассеяние солнечной радиации в атмосфере Земли. Молекулярное рассеяние. Закон Рэлея. Полный коэффициент рассеяния. Закон Бугера.

11. Тепловой режим атмосферы. Приземный слой атмосферы. Распределение температуры по высоте в приземном слое. Логарифмический закон. Пограничный слой 5 атмосферы. Распределение температуры воздуха по высоте в пограничном слое. Процессы переноса тепла в пограничном слое атмосферы.

12. Облака. Конвективные облака. Волнистообразные облака. Формирование слоистообразных облаков. Морфологическая классификация облаков. Облака верхнего, среднего и нижнего ярусов, облака вертикального развития. Стратосферные и мезосферные облака.

13. Общие условия фазовых переходов воды в атмосфере. Зависимость скрытой теплоты фазового перехода и давления насыщения от температуры. Факторы, влияющие на давление насыщения водяного пара над жидкостью и льдом. Ядра конденсации.

14. Осадки. Классификация осадков. Процессы укрупнения облачных частиц. Теория испарения и роста капель под влиянием конденсации. Коагуляционный рост капель: турбулентная, электрическая и гравитационная коагуляция. Падение твердых и жидких частиц в атмосфере. Установившаяся скорость падения капель. Образование осадков в жидкокапельных облаках. Образование осадков в ледяных облаках. Образование осадков в смешанных облаках. Роль твердой фазы в образовании осадков. Образование крупы и града.

15. Оптические явления в атмосфере. Оптические явления, обусловленные рассеянием света в атмосфере: форма небесного свода, кажущееся увеличение размеров Солнца и Луны у горизонта, сумерки. Дальность видимости, метеорологическая дальность видимости. Явления, обусловленные преломлением света в атмосфере: сплющивание диска Солнца и Луны у горизонта, увеличение продолжительности дня, зеленый луч, миражи. Явления, обусловленные преломлением, отражением (радуга, гало) и дифракцией (венцы, gloria, иризация облаков) света на каплях и кристаллах облаков.

16. Электрические явления в атмосфере. Ионизационное состояние атмосферы, подвижность и концентрация ионов. Ионизаторы атмосферы. Электричество облаков: электризация облаков и осадков, распределение зарядов в облаках. Грозовые разряды и молнии. Виды молний. Тихие разряды. Электрические токи в атмосфере. Полярные сияния.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Понятие атмосферы. Основные физические характеристики атмосферы. Состав воздуха в нижних слоях атмосферы. Состав воздуха в более высоких слоях атмосферы.

2. Принципы деления атмосферы на слои. Основные и переходные слои атмосферы по признаку температурной стратификации. Вертикальное расслоение атмосферы по другим признакам.

3. Силы, действующие в атмосфере, в состоянии равновесия. Основное уравнение статики атмосферы. Барометрические формулы.

4. Полная барометрическая формула. Барическая ступень. Геопотенциал. Абсолютная и относительная высота изобарических поверхностей.

5. Уравнение состояния сухого воздуха. Соотношение между различными характеристиками сухого и влажного воздуха.

6. Уравнение состояния влажного воздуха. Соотношение между различными характеристиками сухого и влажного воздуха.

7. Ионосфера. Образование ионосферных слоев. Поглощающие свойства атмосферы.

8. Движение электронов и ионов в ионосфере. Распространения электромагнитных волн в ионосферной плазме.

9. Спутниковая метеорология: метеорологические спутники и их применение для прогноза и диагноза погоды.

10. Рефракция в атмосфере Земли. Аберрация, суточная и годовая Аберрационные эллипсы. Прецессия. Нутация.

11. Поле скоростей. Линии тока и траектории. Трубка тока и струя. Вихревые линии и трубки. Первая и вторая теоремы Гельмгольца.

12. Тензор скоростей деформаций. Ускорение жидкой частицы. Теорема Кельвина.

13. Уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера).

14. Уравнение Гельмгольца - Фридриха и теоремы сохранения вихрей.

15. Теорема Бернулли. Одномерное стационарное движение газа по трубе переменного сечения.

16. Ньютоновская вязкая жидкость и ее реологическое уравнение. Уравнение Навье - Стокса изотермического движения вязкой несжимаемой жидкости.

17. Установившееся движение вязкой несжимаемой жидкости: движение по цилиндрическим трубам, обтекание шара, формула Стокса.

18. Первое начало термодинамики применительно к атмосфере. Адиабатический и сухоадиабатический процесс.

19. Вывод уравнения Пуассона. Потенциальная температура.

20. Уравнение первого начала термодинамики для влажно-адиабатического процесса.

21. Стратификация атмосферы по отношению к влажноадиабатическому и сухоадиабатическому движению частицы

22. Уравнения динамики атмосферы. Силы, действующие в атмосфере.

23. Вывод уравнения неразрывности.

24. Геострофическое состояние атмосферы. Геострофический ветер.

25. Изменение геострофического ветра с высотой. Термический ветер.

26. Градиентный ветер в циклонах и антициклонах.

27. Поток радиации. Излучательная, поглощательная и отражательная способность тела. Относительный коэффициент пропускания. Абсолютно черное тело.

28. Закон Кирхгофа. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана.

29. Спектр излучения Солнца. Солнечная постоянная. Поглощение солнечной радиации в атмосфере Земли. Рассеяние солнечной радиации в атмосфере Земли. Молекулярное рассеяние. Объемный коэффициент молекулярного рассеяния. Закон Рэлея для рассеяния света.

30. Приземный слой атмосферы. Распределение температуры по высоте в приземном слое. Логарифмический закон. Пограничный слой атмосферы. Распределение температуры воздуха по высоте в пограничном слое. Спираль Экмана.

31. Процессы переноса тепла в пограничном слое атмосферы. Годовой ход температуры воздуха и факторы, влияющие на его амплитуду.

32. Конвективные вертикальные движения в атмосфере, кучевые облака (термической и динамической конвекции). Волновые движения атмосферы, волнистообразные облака. Формирование слоистообразных облаков.

33. Морфологическая классификация облаков. Облака верхнего, среднего и нижнего ярусов, облака вертикального развития. Стратосферные и мезосферные облака.

34. Классификация осадков. Процессы укрупнения облачных частиц. Конденсационный рост облачных частиц.

35. Коагуляционный рост капель: турбулентная, электрическая и гравитационная коагуляция.

36. Теория испарения и роста капель под влиянием конденсации.

37. Падение твердых и жидких частиц в атмосфере. Установившаяся скорость падения капель.

38. Образование осадков в жидкокапельных облаках. Образование осадков в ледяных облаках. Образование осадков в смешанных облаках. Роль твердой фазы в образовании осадков. Образование крупы и града в облаках.

39. Оптические явления, обусловленные рассеянием света в атмосфере: форма небесного свода, кажущееся увеличение размеров Солнца и Луны у горизонта, сумерки. Дальность видимости, метеорологическая дальность видимости.

40. Явления, обусловленные преломлением света в атмосфере: сплющивание диска Солнца и Луны у горизонта, увеличение продолжительности дня, зеленый луч, миражи. Явления, обусловленные преломлением и отражением (радуга, гало) и дифракцией (венцы, глория, иризация облаков) света на каплях и кристаллах облаков.

41. Ионизационное состояние атмосферы, подвижность и концентрация ионов. Ионизаторы атмосферы. Электричество облаков: электризация облаков и осадков, распределение зарядов в облаках.

42. Грозовые разряды и молнии. Виды молний. Тихие разряды. Электрические токи в атмосфере. Полярные сияния.

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. - М.: МГУ, 2001.
2. Блейк, Д. Физические основы динамики атмосферы и метеорологии: учебное пособие / Д. Блейк, Р. Робсон ; под редакцией А. Д. Калашникова. — Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2016. — 159 с. — ISBN 978-5-91559-219-2. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/103396.html>.
3. Мазуров, Г. И. Учение об атмосфере: учебное пособие / Г. И. Мазуров, В. И. Акселевич, А. Р. Иошпа. — Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019. — 132 с. — ISBN 978-5-9275-2863-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/87771.html>.
4. Мякишева, Н. В. Климатическая система Земли / Н. В. Мякишева; под редакцией А. М. Догановский. — Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2008. — 93 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/17895.html>.
5. Смирнов, Б. М. Физика глобальной атмосферы. Парниковый эффект, атмосферное электричество, эволюция климата: учебное пособие / Б. М. Смирнов. — Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2017. — 254 с. — ISBN 978-5-91559-222-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/103391.html>.

Дополнительная:

1. Киселев, В. Н. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы) : учебник / В. Н. Киселев, А. Д. Кузнецов. — Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2004. — 429 с. — ISBN 5-86813-063-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/12501.html>.
2. Учение об атмосфере : учебное пособие / А. И. Байтелова, Т. Ф. Тарасова, М. Ю. Гарицкая, О. В. Чекмарева. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 125 с. — ISBN 978-5-7410-1501-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/69963.html>.

Разработчик программы: д.г.н. Т.В. Ходжер

ЛИСТ ОБНОВЛЕНИЯ

Дата	Внесенные обновления	Подпись