

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт экологии и природопользования



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

**Программа дисциплины**  
**Физическая метеорология Б1.В.ОД.2**

Направление подготовки: 05.03.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Метеорология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Важнова Н.А.

**Рецензент(ы):**

Переведенцев Ю.П.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Переведенцев Ю. П.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 226817

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Важнова Н.А. кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы отделение природопользования ,  
Nadezhda.Vazhnova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

- 1) усвоение фундаментальных знаний об атмосфере Земли;
- 2) изучение строения атмосферы и ее свойств;
- 3) понимание сути физических процессов, происходящих в земной атмосфере;
- 4) приобретение навыков научно-исследовательской работы для изучения метеорологического режима.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.2 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.03.04 Гидрометеорология и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 3, 4 семестры.

Дисциплина "Физическая метеорология" является основной базовой дисциплиной подготовки бакалавра-метеоролога на втором курсе. Для освоения данной дисциплины необходимо предварительное изучение ряда разделов географии, высшей математики, физики, геофизики, охраны атмосферы, методов метеорологических измерений, основ метеорологии и климатологии.

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее звено для дальнейшего изучения таких теоретических дисциплин как "Динамическая метеорология", "Синоптическая метеорология", "Климатология" и др.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в гидрометеорологии при составлении разделов научно-технических отчетов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

знать и понимать физическую сущность атмосферных процессов и условий формирования погоды.

2. должен уметь:

ориентироваться в современной научной литературе по проблемам метеорологии; использовать метеорологическую и информацию для решения прикладных задач экологии, энергетики, промышленного и сельскохозяйственного производства, транспорта, связи, здравоохранения и др.;

3. должен владеть:

теоретическими знаниями о составе и строении атмосферы, процессах происходящих в воздушной среде и ее взаимодействиях с подстилающей поверхностью и их важнейших следствиях;

методами измерений и расчетов важнейших параметров термического, влажностного, динамического и др. состояний атмосферы и производства стандартных наземных метеорологических наблюдений, их обработки и анализа.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

**4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) 288 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 семестре; зачет в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

**4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

**Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основы термодинамики атмосферы.	3	1-5	14	0	14	Контрольная работа
2.	Тема 2. Водный режим атмосферы.	3	6-10	16	0	14	Контрольная работа
3.	Тема 3. Туманы, облака и осадки.	3	11-13	12	0	12	Устный опрос
4.	Тема 4. Основы динамики атмосферы.	3	14-17	12	0	14	Коллоквиум
5.	Тема 5. Атмосферная оптика.	4	1-7	12	0	16	Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Атмосферное электричество.	4	8-10	8	0	6	Устный опрос
7.	Тема 7. Атмосферная акустика.	4	11-13	6	0	6	Коллоквиум
8.	Тема 8. Физика верхней атмосферы.	4	14-15	6	0	4	Устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	Экзамен
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Зачет
	Итого			86	0	86	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Основы термодинамики атмосферы.

#### **лекционное занятие (14 часа(ов)):**

Физико-математическая трактовка. Адиабатический процесс. Сухоадиабатический градиент. Потенциальная температура. Критерии устойчивости атмосферы. Адиабатические процессы во влажной ненасыщенном и насыщенном водяным паром воздухе. Уравнение первого начала термодинамики для влажно-адиабатического процесса. Энергия неустойчивости. Анализ состояния атмосферы с помощью аэрологических диаграмм.

#### **лабораторная работа (14 часа(ов)):**

Адиабатические изменения состояния воздуха с ненасыщенным паром. (сухоадиабатические процессы). Потенциальная температура. Ускорение адиабатически перемещающегося воздуха. Уровень выравнивания температур. Уровень конденсации. Адиабатические изменения состояния воздуха с насыщенным паром. Определение гигрометрических характеристик по диаграмме. Термодинамические температуры. Стратификация атмосферы.

### Тема 2. Водный режим атмосферы.

#### **лекционное занятие (16 часа(ов)):**

Процесс испарения в лабораторных и естественных условиях. Турбулентная диффузия водяного пара. Формулы для расчета испарения. Испаряемость. Распределение и периодические изменения характеристики влажности в атмосфере. Фазовые переходы воды. Условия фазового равновесия. Давление насыщенного пара над водой и льдом. Влияние кривизны поверхности, примесей и зарядов на давление насыщения. Условия конденсации и сублимации водяного пара в атмосфере. Ядра конденсации. Образование и рост зародышевых капель воды. Переохлаждение капель, образование ледяных кристаллов.

#### **лабораторная работа (14 часа(ов)):**

Фазовые переходы воды. Условия фазового равновесия. Давление насыщенного пара над водой и льдом. Влияние кривизны поверхности, примесей и зарядов на давление насыщения. Процесс испарения в лабораторных и естественных условиях. Турбулентная диффузия водяного пара. Формулы для расчета испарения. Испаряемость.

### Тема 3. Туманы, облака и осадки.

#### **лекционное занятие (12 часа(ов)):**

Микроструктура туманов и облаков. Процессы, приводящие к образованию туманов и облаков. Классификации туманов и облаков. Высота, вертикальная протяженность и распределение облачности. Классификация осадков. Условия образования наземных осадков. Размеры, скорость падения и испарения дождевых капель. Рост капель в облаках. Осадки из различных видов облаков. Распределение осадков по земному шару. Влагооборот. Физические основы воздействий на облака и туманы.

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

Условия конденсации и сублимации водяного пара в атмосфере. Образование и рост зародышевых капель воды. Переохлаждение капель, образование ледяных кристаллов. Облака и туманы. Осадки.

**Тема 4. Основы динамики атмосферы.**

**лекционное занятие (12 часа(ов)):**

Общие закономерности атмосферных движений. Силы, действующие в атмосфере. Уравнения движения. Стационарное движение без трения. Градиентный ветер. Влияние трения на ветер. Траектории и линии тока. Масштабы атмосферных движений. Изменение ветра с высотой в свободной атмосфере. Термический ветер. Струйные течения. Периодические изменения ветра. Oroграфические ветры. Бризы, горно-долинная циркуляция. Смерчи. Общая циркуляция атмосферы. Особенности циркуляции в тропических, умеренных и высоких широтах. Пассаты и муссоны. Циркуляция верхней атмосферы.

**лабораторная работа (14 часа(ов)):**

Барическое поле. Барический градиент. Силы, действующие при горизонтальном движении воздуха. Геоострофический и градиентный ветер. Движение воздуха при наличии трения.

**Тема 5. Атмосферная оптика.**

**лекционное занятие (12 часа(ов)):**

Основные световые величины - определение. Кажущаяся форма и цвет небосвода. Поляризация света. Дневная и ночная освещенность. Сумерки. Сумеречная освещенность. Заря. Дальность видимости ее определение днем и ночью. Геометрическая дальность видимости. Астрономическая и земная рефракция и явления, обусловленная ими. Миражи. Радуга, расположение цветов. Высота радуги. Гало и его форма. Венцы.

**лабораторная работа (16 часа(ов)):**

Оптические характеристики атмосферы. Молекулярное и аэрозольное рассеяние. Яркость, поляризация света. Освещенность земной поверхности. Дальность видимости далеких предметов и огней. Метеорологическая дальность видимости. Посадочная дальность видимости. Рефракция света в атмосфере. Оптические явления в облаках.

**Тема 6. Атмосферное электричество.**

**лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Ионизация атмосферы, подвижность ионов. Строение ионосферы. Полярные сияния. Проводимость атмосферы. Электрическое поле в атмосфере. Электричество облаков и осадков, молнии и защита от них.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Электрические свойства атмосферы. Электрическое поле и токи в атмосфере.

**Тема 7. Атмосферная акустика.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Скорость звука в атмосфере. Рефракция звука в атмосфере. Ослабление звука в атмосфере.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Характеристики звуковых колебаний. Распространение звуковых колебаний в атмосфере.

**Тема 8. Физика верхней атмосферы.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Магнитное поле Земли. Полярные сияния. Радиационные пояса. Гелиогеофизические связи.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Формирование магнитного поля Земли. Причины возникновения полярных сияний и радиационных поясов. Характеристика гелиогеофизических связей.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Основы термодинамики атмосферы.	3	1-5	подготовка к контрольной работе	20	контрольная работа
2.	Тема 2. Водный режим атмосферы.	3	6-10	подготовка к контрольной работе	18	контрольная работа
3.	Тема 3. Туманы, облака и осадки.	3	11-13	подготовка к устному опросу	18	устный опрос
4.	Тема 4. Основы динамики атмосферы.	3	14-17	подготовка к коллоквиуму	16	коллоквиум
5.	Тема 5. Атмосферная оптика.	4	1-7	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
6.	Тема 6. Атмосферное электричество.	4	8-10	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
7.	Тема 7. Атмосферная акустика.	4	11-13	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
8.	Тема 8. Физика верхней атмосферы.	4	14-15	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
	Итого				80	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

При чтении лекций используется материал, подготовленный в виде презентаций. Разбор конкретных метеорологических ситуаций по темам, решения примеров и задач, работа с приборами и производство метеорологических измерений.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Основы термодинамики атмосферы.

контрольная работа , примерные вопросы:

Адиабатические изменения состояния воздуха с ненасыщенным паром. (сухоадиабатические процессы). Потенциальная температура. Ускорение адиабатически перемещающегося воздуха. Уровень выравнивания температур. Уровень конденсации. Адиабатические изменения состояния воздуха с насыщенным паром. Определение гигрометрических характеристик по диаграмме. Термодинамические температуры. Стратификация атмосферы.

### Тема 2. Водный режим атмосферы.

контрольная работа , примерные вопросы:

Фазовые переходы воды. Условия фазового равновесия. Давление насыщенного пара над водой и льдом. Влияние кривизны поверхности, примесей и зарядов на давление насыщения. Процесс испарения в лабораторных и естественных условиях. Турбулентная диффузия водяного пара. Формулы для расчета испарения. Испаряемость.

### Тема 3. Туманы, облака и осадки.

устный опрос , примерные вопросы:

Условия конденсации и сублимации водяного пара в атмосфере. Образование и рост зародышевых капель воды. Переохлаждение капель, образование ледяных кристаллов. Облака и туманы. Осадки.

#### **Тема 4. Основы динамики атмосферы.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Барическое поле. Барический градиент. Силы, действующие при горизонтальном движении воздуха. Геострофический и градиентный ветер. Движение воздуха при наличии трения.

#### **Тема 5. Атмосферная оптика.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Оптические характеристики атмосферы. Молекулярное и аэрозольное рассеяние. Яркость, поляризация света. Освещенность земной поверхности. Дальность видимости далеких предметов и огней. Метеорологическая дальность видимости. Посадочная дальность видимости. Рефракция света в атмосфере. Оптические явления в облаках.

#### **Тема 6. Атмосферное электричество.**

устный опрос , примерные вопросы:

Электрические свойства атмосферы. Электрическое поле и токи в атмосфере.

#### **Тема 7. Атмосферная акустика.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Характеристики звуковых колебаний. Распространение звуковых колебаний в атмосфере.

#### **Тема 8. Физика верхней атмосферы.**

устный опрос , примерные вопросы:

Формирование магнитного поля Земли. Причины возникновения полярных сияний и радиационных поясов. Характеристика гелиогеофизических связей.

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

А. Тематика контрольных вопросов в 3 семестре:

1. Первое начало термодинамики. Физико-математическая формулировка 1-го начала термодинамики
2. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.
3. Потенциальная температура адиабатически перемещающейся частицы и ее свойства
4. Сухоадиабатический градиент температуры. Уравнение сухой адиабаты.
5. Условия устойчивости атмосферы по отношению к сухо- адиабатическому движению частицы.
6. Силы, действующие на частицу воздуха, погруженную в окружающую среду. Ускорение силы плавучести (конвекции)
7. Уровень термической конвекции
8. Изменение потенциальной температуры воздуха с высотой в окружающей среде при различных видах стратификации.
9. Адиабатические процессы и вертикальный градиент температуры во влажном, ненасыщенном влагой воздухе.
10. Уровень конденсации
11. Изменения влажности воздуха при его адиабатическом подъеме до и выше уровня конденсации.
12. Уравнения I -го начала термодинамики для влажно-адиабатического процесса. Влажно-адиабатический градиент температуры.
13. Эквивалентная и эквивалентно-потенциальная температуры.
14. Обратимые и необратимые (псевдоадиабатические) процессы. Псевдоэквивалентная и псевдопотенциальная температуры.
15. Условия устойчивости атмосферы по отношению к влажно-адиабатическому движению частицы.
16. Политропические процессы.



17. Энергия неустойчивости и ее связь с вертикальной скоростью воздуха..
18. Основные свойства турбулентного потока тепла в приземном слое воздуха
19. Уравнение теплопроводности атмосферы
20. Определение турбулентного потока тепла по данным градиентных наблюдений.
21. Логарифмический закон изменения температуры с высотой в приземном слое воздуха.
22. Типы приземных инверсий.
23. Типы инверсий в свободной атмосфере.
24. Уравнение теплового баланса суши.
25. Уравнение теплового баланса океана.
26. Тепловой баланс атмосферы и системы земля-атмосфера
27. Связь теплового и водного баланса суши.
28. Процесс испарения в неподвижном воздухе (Закон Дальтона).
29. Испарение с поверхности водоемов.
30. Испарение с поверхности снега и льда.
31. Особенность испарения с поверхности суши. Испаряемость.
32. Расчет испарения по данным градиентных наблюдений.
33. Расчет испарения с помощью уравнения теплового баланса суши.
34. Расчет годового испарения суши по тепловому и водному балансу суши.
35. Логарифмический закон изменения удельной влажности с высотой в приземном слое воздуха.
36. Изменение давления и относительной влажности с высотой в тропосфере.
37. Общее количество влаги в вертикальном столбе атмосферы.
38. Периодические колебания характеристик влажности.
39. Давление насыщения над водой (цикл Карно).
40. Зависимость давления насыщения от температуры над водой и льдом в общем виде.
41. Термодинамическая диаграмма равновесия фаз воды.
42. Влияние кривизны поверхности на давление насыщения.
43. Влияние электрического заряда на давление насыщения.
44. Влияние растворенных веществ на давление насыщения.
45. Переохлаждение капель, образование ледяных кристаллов.
46. Условия конденсации водяного пара в атмосфере.
47. Ядра конденсации и их активность.
48. Процессы, приводящие к образованию дымки и тумана. Видимость в них.
49. Физические условия образования туманов различных типов. Их суточный и годовой ход.
50. Микроструктура тумана.
51. Процессы, приводящие к образованию основных форм облачности.
52. Фазовое состояние и мощность облаков. Суточный и годовой ход облачности.
53. Виды осадков, их классификации, интенсивность осадков.
54. Основные факторы роста капель и кристаллов в облаках.
55. Образование осадков из водяных, ледяных и смешанных облаков и их виды.
56. Периодические колебания и особенность географического распределения осадков.
57. Снежный покров и его свойства.
58. Продукты наземной конденсации и условия их образования
59. Физические основы методов активных воздействий на облака и туманы.
60. Общая схема влагооборота Земли.
61. Внешний и внутренний влагооборот в атмосфере. Коэффициент влагооборота.
62. Уравнения водного баланса суши, океана и планеты в целом.

63. Барическое поле на плоскости и в пространстве.
  64. Периодические колебания атмосферного давления и его распределение по земному шару.
  65. Сила барического градиента и сила Кориолиса.
  66. Сила трения и центробежная сила. Уравнение движения в векторной форме.
  67. Траектории движения. Линии тока.
  68. Стационарное движение без трения на прямолинейных изобарах в северном и южном полушариях. Скорость геострофического ветра.
  69. Стационарные движения без трения при круговых изобарах. Скорость градиентного ветра.
  70. Стационарное движение при наличии трения при прямолинейных изобарах.
  71. Стационарное движение при наличии трения при круговых изобарах.
  72. Изменение скорости и направления ветра с высотой в пограничном слое. Суточный и годовой ход скорости и направления ветра.
  73. Логарифмический закон изменения скорости ветра с высотой в приземном слое воздуха.
  74. Влияние горизонтального распределения температуры на изменение ветра с высотой в свободной атмосфере. Термический ветер.
  75. Схемы общей циркуляции атмосферы. Центры действия атмосферы, пассаты, муссоны, струйные течения.
  76. Влияние препятствий на ветер. Полезащитные полосы.
  77. Ветры фен и бора.
  78. Условия образования склоновых, стоковых и горно-долинных ветров.
  79. Бризовая циркуляция вблизи водоемов. Бризы склонов, городской и лесной бризы.
- В. Тематика контрольных вопросов в 4-м семестре:
1. Основные световые величины, их определение и единицы измерения
  2. Работа глаза при различных условиях освещенности. Цветовой тон, цветовая насыщенность, адаптация глаза.
  3. Яркость небесного свода в различных его точках днем и ночью.
  4. Голубой цвет неба и его изменения с высотой в атмосфере.
  5. Кажущаяся форма небосвода и влияющие на нее факторы.
  6. Поляризация света небосвода и влияющие на нее факторы.
  7. Дневная освещенность прямым солнечным светом. Световая солнечная постоянная.
  8. Дневная освещенность рассеянным светом и суммарная освещенность.
  9. Сумерки и их продолжительность. Сумеречная освещенность. Полярный день, белые ночи и широты их начала.
  10. Заря и ее причины.
  11. Ночная освещенность и влияющие на нее факторы
  12. Яркость и цвет ландшафта.
  13. Геометрическая дальность видимости.
  14. Яркостный контраст и острота зрения.
  15. Определение дальности видимости днем по ослаблению яркостного контраста
  16. Определение дальности видимости ночью по ослаблению света огней.
  17. Астрономическая и земная рефракция и явления, обусловленная ими
  18. Влияние земной рефракции на дальность и уровень горизонта. Миражи.
  19. Радуга первая -  $42^\circ$ , расположение цветов и высота над горизонтом
  20. Радуга вторая -  $52^\circ$ , расположение цветов и высота над горизонтом
  21. Образование гало и его форм ( $22^\circ$  и  $46^\circ$ )
  22. Венцы и другие дифракционные явления
  23. Ионизация атмосферы, подвижность ионов, их концентрация и время существования.

24. Строение ионосферы и ее влияние на распространение радиоволн.
25. Полярные сияния
26. Проводимость атмосферы и плотность тока проводимости.
27. Электрическое поле в атмосфере.
28. Электричество облаков и осадков, молнии и защита от них
29. Скорость звука в атмосфере в зависимости от температуры и влажности воздуха.
30. Влияние ветра на скорость звука.
31. Рефракция звука в атмосфере, зоны слышимости
32. Влияние ветра на траекторию звукового луча
33. Ослабление звука в атмосфере.
34. Уровень громкости звука и звукового давления.

Вопросы к экзамену:

1. Первое начало термодинамики. Физико-математическая формулировка 1-го начала термодинамики
2. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.
3. Потенциальная температура адиабатически перемещающейся частицы и ее свойства
4. Сухоадиабатический градиент температуры. Уравнение сухой адиабаты.
5. Условия устойчивости атмосферы по отношению к сухо- адиабатическому движению частицы.
6. Силы, действующие на частицу "воздуха, погруженную в окружающую среду". Ускорение силы плавучести (конвекции)
7. Уровень термической конвекции
8. Изменение потенциальной температуры воздуха с высотой в окружающей среде при различных видах стратификации..
9. Адиабатические процессы и вертикальный градиент температуры во влажном, ненасыщенном влагой воздухе.
10. Уровень конденсации
11. Изменения влажности воздуха при его адиабатическом подъеме до и выше уровня конденсации.
12. Уравнения I -го начала термодинамики для влажно-адиабатического процесса. Влажно-адиабатический градиент температуры.
13. Эквивалентная и эквивалентно-потенциальная температуры.
14. Обратимые и необратимые (псевдоадиабатические) процессы. Псевдоэквивалентная и псевдопотенциальная температуры.
15. Условия устойчивости атмосферы по отношению к влажно-адиабатическому движению частицы.
16. Политропические процессы.
17. Энергия неустойчивости и ее связь с вертикальной скоростью воздуха..
18. Основные свойства турбулентного потока тепла в приземном слое воздуха
19. Уравнение теплопроводности атмосферы
20. Определение турбулентного потока тепла по данным градиентных наблюдений.
21. Логарифмический закон изменения температуры с высотой в приземном слое воздуха.
22. Типы приземных инверсий.
23. Типы инверсий в свободной атмосфере.
24. Уравнение теплового баланса суши.
25. Уравнение теплового баланса океана.
26. Тепловой баланс атмосферы и системы земля-атмосфера
27. Связь теплового и водного баланса суши.
28. Процесс испарения в неподвижном воздухе (Закон Дальтона).

29. Испарение с поверхности водоемов.
30. Испарение с поверхности снега и льда.
31. Особенность испарения с поверхности суши. Испаряемость.
32. Расчет испарения по данным градиентных наблюдений.
33. Расчет испарения с помощью уравнения теплового баланса суши.
34. Расчет годового испарения суши по тепловому и водному балансу суши.
35. Логарифмический закон изменения удельной влажности с высотой в приземном слое воздуха.
36. Изменение давления и относительной влажности с высотой в тропосфере.
37. Общее количество влаги в вертикальном столбе атмосферы.
38. Периодические колебания характеристик влажности.
39. Давление насыщения над водой (цикл Карно).
40. Зависимость давления насыщения от температуры над водой и льдом в общем виде.
41. Термодинамическая диаграмма равновесия фаз воды.
42. Влияние кривизны поверхности на давление насыщения.
43. Влияние электрического заряда на давление насыщения.
44. Влияние растворенных веществ на давление насыщения.
45. Переохлаждение капель, образование ледяных кристаллов.
46. Условия конденсации водяного пара в атмосфере.
47. Ядра конденсации и их активность.
48. Процессы, приводящие к образованию дымки и тумана. Видимость в них.
49. Физические условия образования туманов различных типов. Их суточный и годовой ход.
50. Микроструктура тумана.
51. Процессы, приводящие к образованию основных форм облачности.
52. Фазовое состояние и мощность облаков. Суточный и годовой ход облачности.
53. Виды осадков, их классификации, интенсивность осадков.
54. Основные факторы роста капель и кристаллов в облаках.
55. Образование осадков из водяных, ледяных и смешанных облаков и их виды.
56. Периодические колебания и особенность географического распределения осадков.
57. Снежный покров и его свойства.
58. Продукты наземной конденсации и условия их образования
59. Физические основы методов активных воздействий на облака и туманы.
60. Общая схема влагооборота Земли.
61. Внешний и внутренний влагооборот в атмосфере. Коэффициент влагооборота.
62. Уравнения водного баланса суши, океана и планеты в целом.
63. Барическое поле на плоскости и в пространстве.
64. Периодические колебания атмосферного давления и его распределение по земному шару.
65. Сила барического градиента и сила Кориолиса.
66. Сила трения и центробежная сила. Уравнение движения в векторной форме.
67. Траектории движения. Линии тока.
68. Стационарное движение без трения на прямолинейных изобарах в северном и южном полушариях. Скорость геострофического ветра.
69. Стационарные движения без трения при круговых изобарах. Скорость градиентного ветра.
70. Стационарное движение при наличии трения при прямолинейных изобарах.
71. Стационарное движение при наличии трения при круговых изобарах.
72. Изменение скорости и направления ветра с высотой в пограничном слое. Суточный и годовой ход скорости и направления ветра.

73. Логарифмический закон изменения скорости ветра с высотой в приземном слое воздуха.
74. Влияние горизонтального распределения температуры на изменение ветра с высотой в свободной атмосфере. Термический ветер.
75. Схемы общей циркуляции атмосферы. Центры действия атмосферы, пассаты, муссоны, струйные течения.
76. Влияние препятствий на ветер. Полезащитные полосы.
77. Ветры фен и бора.
78. Условия образования склоновых, стоковых и горно-долинных ветров.
79. Бризовая циркуляция вблизи водоемов. Бризы склонов, городской и лесной бризы.

Вопросы к зачету:

1. Основные световые величины, их определение и единицы измерения
2. Работа глаза при различных условиях освещенности. Цветовой тон, цветовая насыщенность, адаптация глаза.
3. Яркость небесного свода в различных его точках днем и ночью.
4. Голубой цвет неба и его изменения с высотой в атмосфере.
5. Кажущаяся форма небосвода и влияющие на нее факторы.
6. Поляризация света небосвода и влияющие на нее факторы.
7. Дневная освещенность прямым солнечным светом. Световая солнечная постоянная.
8. Дневная освещенность рассеянным светом и суммарная освещенность.
9. Сумерки и их продолжительность. Сумеречная освещенность. Полярный день, белые ночи и широты их начала.
10. Заря и ее причины.
11. Ночная освещенность и влияющие на нее факторы
12. Яркость и цвет ландшафта.
13. Геометрическая дальность видимости.
14. Яркостный контраст и острота зрения.
15. Определение дальности видимости днем по ослаблению яркостного контраста
16. Определение дальности видимости ночью по ослаблению света огней.
17. Астрономическая и земная рефракция и явления, обусловленная ими
18. Влияние земной рефракции на дальность и уровень горизонта. Миражи.
19. Радуга первая -  $42^\circ$ , расположение цветов и высота над горизонтом
20. Радуга вторая -  $52^\circ$ , расположение цветов и высота над горизонтом
21. Образование гало и его форм ( $22^\circ$  и  $46^\circ$ )
22. Венцы и другие дифракционные явления
23. Ионизация атмосферы, подвижность ионов, их концентрация и время существования.
24. Строение ионосферы и ее влияние на распространение радиоволн.
25. Полярные сияния
26. Проводимость атмосферы и плотность тока проводимости.
27. Электрическое поле в атмосфере.
28. Электричество облаков и осадков, молнии и защита от них
29. Скорость звука в атмосфере в зависимости от температуры и влажности воздуха.
30. Влияние ветра на скорость звука.
31. Рефракция звука в атмосфере, зоны слышимости
32. Влияние ветра на траекторию звукового луча
33. Ослабление звука в атмосфере.
34. Уровень громкости звука и звукового давления.

### 7.1. Основная литература:

1. Метеорология и климатология: Учебное пособие / Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006463-5, 500 экз. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=391608>
2. Метеорология и климатология : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 51140 'География и картография' и специальностям 012500 'География' и 013700 'Картография' / С. П. Хромов, М. А. Петросянц ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова .? Москва : Издательство Московского университета, 2013 .? 581, [1] с.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Физическая метеорология : Учеб. для вузов по направлению 'Гидрометеорология' и спец. 'Гидрология', 'Метеорология', 'Океанология' / Б.А. Семенченко .? М. : Аспект Пресс, 2002 .-415с.
2. Метеорология и климатология : учебное пособие / В. Д. Тудрий ; Казан. гос. ун-т .? Казань : Изд-во Казан. гос. ун-та, 2008 .- 101 с.
3. Физика атмосферы : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 'Гидрометеорология' и специальности 'Метеорология' / Л. Т. Матвеев .? 3-е изд., перераб. и доп. ? Санкт-Петербург : Гидрометеоздат, 2000 .? 778 с.
4. Кислов А.В., Суркова Г.В. Климатология: учебник, - 3-е изд. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 324 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=539278>
5. Журина Л.Л. Агрометеорология: Учебник / Л.Л. Журина. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с. - URL:<http://znanium.com/bookread2.php?book=468434>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ ИМ. А.И. ВОЕЙКОВА - <http://voeikovmgo.ru/ru/>  
The World Data Center (WDC) for Meteorology, Asheville. - <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/wdc/index.php>  
Официальный сайт Всемирной метеорологической организации - [http://www.wmo.int/pages/index\\_ru.html](http://www.wmo.int/pages/index_ru.html)  
Сайт дистанционного обучения ВМО - <http://www.met-elearning.org/moodle/>  
Сайт ИПК Росгидромета - <http://ipk.meteorf.ru/>

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физическая метеорология" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Метеорологические приборы и оборудование на кафедре и метеорологической обсерватории, ЭВМ. Для проведения лекционных и практических занятий имеются: мультимедийное оборудование.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 05.03.04 "Гидрометеорология" и профилю подготовки Метеорология .

Автор(ы):

Важнова Н.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Переведенцев Ю.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.