

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
Географический факультет



УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета, профессор, д.г.н.

В.З.Макаров

"14" _____ 2021 г

Рабочая программа дисциплины
«ФИЗИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ»

Направление подготовки
05.04.05 Прикладная гидрометеорология

Профиль подготовки
Метеорология и климатология

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

| Статус | ФИО | Подпись | Дата |
|--------------------------------|-----------------|-------------------|----------|
| Преподаватель-разработчик | Ормели Е.И. | <i>Ормели</i> | 11.05.21 |
| Председатель НМК | Кудрявцева М.Н. | <i>Кудрявцева</i> | 11.05.21 |
| Заведующий кафедрой | Червяков М.Ю. | <i>Червяков</i> | 11.05.21 |
| Специалист Учебного управления | | | |

1. Цели освоения дисциплины «Физическая метеорология»

Целью дисциплины «Физическая метеорология» является более подробное изложение основных научных знаний об общих закономерностях процессов и явлений, наблюдаемых в атмосфере и гидросфере Земли.

Главная задача дисциплины – формирование представлений и знаний о достаточно полной физической модели процессов и явлений, имеющих погодообразующее значение. При ее построении сочетаются количественное исследование процессов в атмосфере и гидросфере с описательным, географическим подходом к их изучению. Для описания процессов, происходящих в атмосфере и гидросфере, широко используются законы физики (механики, термодинамики и т. др.), содержится большое число статистически установленных соотношений.

2. Место дисциплины «Физическая метеорология» в структуре ООП

Дисциплина «Физическая метеорология» входит в состав обязательной части блока Б1 «Дисциплины».

Основные разделы курса «Физическая метеорология» требуют предварительного изучения следующих дисциплин подготовки бакалавра по направлению 05.03.05 Прикладная гидрометеорология, таких как: «Климатология», «Физика атмосферы», «Геофизическая гидродинамика», «Синоптическая метеорология», «Динамическая метеорология», «Методы статистической обработки гидрометеорологической информации» и др.

3. Результаты обучения по дисциплине «Физическая метеорология»

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции | Результаты обучения |
|---|--|--|
| ОПК-4. Способен самостоятельно обобщать результаты, полученные в процессе решения профессиональных задач, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию | 1.1_М.ОПК-4. Применяет знания о явлениях и процессах в атмосфере для решения профессиональных задач в области физической метеорологии. 1.2_М.ОПК-4. Демонстрирует навыки обобщения результатов. 1.3_М.ОПК-4. Использует результаты исследований для составления практических | Знать: Основные принципы и теоретические основы дисциплины «Физическая метеорология»; строение, состав, свойства атмосферы, океана и вод суши; термодинамику природных сред; закономерности распространения лучистой энергии, акустические и электромагнитные явления в этих средах; |

| | | | | | Общая трудоемкость | из них – практическая подготовка | | аттестации (по семестрам) |
|--------------|--|---|-------|-----------|-----------------------|--|-----------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1.1 | Электрические явления в атмосфере Ионизация атмосферы | 1 | 1-2 | 2 | 4 | | 5 | Устный и письменный контроль |
| 1.2 | Проводимость воздуха | 1 | 3-4 | 2 | 4 | | 5 | Устный контроль |
| 1.3 | Электрическое поле атмосферы | 1 | 5-6 | 4 | 6 | | 5 | Устный и письменный контроль |
| 1.4 | Электрические токи в атмосфере | 1 | 7-8 | 2 | 4 | | 10 | Устный контроль |
| 1.5 | Грозовое электричество | 1 | 9-10 | 2 | 6 | | 5 | Устный и письменный контроль |
| 2.1 | К физике верхней атмосферы Магнитное поле Земли | 1 | 11-13 | 2 | 4 | | 6 | Устный и письменный контроль |
| 2.2 | Полярные сияния: образование, происхождение, формы | 1 | 14-16 | 2 | 4 | | 8 | Устный контроль |
| 2.3 | Электрические явления в верхних слоях атмосферы. | 1 | 17-18 | 2 | 4 | | 10 | Устный и письменный контроль |
| Итого | | | | 18 | 36 | | 54 | зачет |
| 3.1 | Световые явления в атмосфере. Основные фотометрические понятия и величины | 2 | 1-4 | 4 | 5 | | 10 | Устный и письменный контроль |
| 3.2 | Световые явления, обусловленные рассеянием лучистой энергии в атмосфере | 2 | 5-6 | 2 | 5 | | 10 | Устный и письменный контроль |
| 3.3 | Явления, обусловленные преломлением световых лучей в атмосфере | 2 | 7-8 | 2 | 6 | | 10 | Устный и письменный контроль |
| 3.4 | Световые явления в облаках | 2 | 9-10 | 2 | 6 | | 10 | Устный и письменный контроль |
| 4 | Атмосферная акустика | 2 | 11-14 | 4 | 8 | | 24 | Устный и письменный контроль |
| Итого | | | | 14 | 30 | | 64 | Экзамен - 36 ч. |
| Всего: | | | | 32 | 66 | | 118 | зачет, экзамен |

1 Электрические явления в атмосфере

Ионизация атмосферы Понятие о газовых ионах. Ионизаторы атмосферы. Радиоактивные излучения. Космические лучи. Ионизирующее действие различных ионизаторов. Рекомбинация ионов.

Проводимость воздуха Движение ионов в электрическом поле. Подвижность ионов. Проводимость воздуха. Рассеяние электрического заряда в атмосферном воздухе. Связь коэффициента рассеяния с проводимостью воздуха. Электрометры. Измерение рассеяния электрического заряда. Движение ионов в поле цилиндрического конденсатора. Аспирационные приборы для измерения проводимости воздуха и числа ионов. Результаты наблюдений концентрации ионов в атмосфере и проводимости воздуха. Число ионов Проводимость воздуха

Электрическое поле атмосферы Общий характер электрического поля в атмосфере. Методы измерений градиента потенциала. Колебания градиента потенциала в зависимости от разных факторов. Изменение градиента потенциала с высотой. Связь со свободными зарядами в атмосфере. Возникновение свободных зарядов в атмосфере

Электрические токи в атмосфере Ток проводимости и конвекционные токи. Электричество осадков

Грозовое электричество Схема распределения зарядов в грозовом облаке. Молнии. Тихие разряды в атмосфере. Интенсивность грозовой деятельности на Земном шаре. Участки, поражаемые молнией. Грозозащита. Сохранение электрического заряда Земли. Теория Я. И. Френкеля.

2 К Физике верхней атмосферы

Магнитное поле Земли Невозмущенная атмосфера. Конвекция в магнитосфере. Магнитосферное возмущение. Магнитные бури. Понятие о магнитогидродинамических силах. Геомагнитные и метеорологические эффекты в космических лучах. Радиационные пояса.

Полярные сияния: образование, формы, происхождение. Гелиогеофизические связи. О механизмах обмена энергией между верхними и нижними слоями атмосферы. Магнитное поле Земли, плотность космических лучей и изменения климата.

Электрические явления в верхних слоях атмосферы. Ионосфера и ее структура. Причины ионизации верхних слоев атмосферы Полярные сияния.

3 Световые явления в атмосфере

Основные фотометрические понятия и величины Поток радиации и световой поток. Световая отдача. Чувствительность глаза. Излучение точки. Излучение элемента поверхности. Яркость. Освещенность поверхности. Связь между яркостью поверхности и освещенностью глаза. Методы фотометрических измерений. Фотометры. Фотоэлементы.

Светлые явления, обусловленные рассеянием лучистой энергии в атмосфере. Освещенность земной поверхности. Освещенность прямыми лучами Солнца. Освещенность рассеянным светом неба (диффузная освещенность). Суммарная освещенность. Световой климат. Яркость неба и земных объектов. Цвет неба. Поляризация света неба. Сумерки. Заря Свет

ночного неба. Кажущаяся форма небесного свода. Видимость. Элементы теории дневной горизонтальной видимости. Методы измерения дневной видимости. Глазомерная оценка видимости. Инструментальные определения дальности горизонтальной видимости. Видимость огней ночью.

Явления, обусловленные преломлением световых лучей в атмосфере. Астрономическая рефракция. Явления, связанные с астрономической рефракцией. Земная рефракция. Депрессия горизонта. Расширение и сужение горизонта. Миражи.

Световые явления в облаках. Радуга. Венцы. Гало.

4 Атмосферная акустика

Основы теории распространения звука в атмосфере. Зависимость скорости звука от характеристик движения воздуха, температуры, влажности. Отражение, преломление и поглощение звука в атмосфере. Звуковое зондирование атмосферы - содар.

Перечень практических работ по дисциплине «Физическая метеорология»

На практических работах студенты занимаются решением прикладных задач по дисциплине «Физическая метеорология» по Задачнику по общей метеорологии Зверевой С.В. по следующим разделам:

1. Яркость и поляризация света, рассеянного атмосферой. Форма небесного свода.

1.1 Яркость небесного свода (задачи 2.1-2.10)

1.2 Поляризация света, рассеянного атмосферой. Форма небесного свода (задачи 2.11-2.18)

2. Дальность видимости далеких предметов и огней.

2.1 Пороги световой чувствительности глаза, влияющие на видимость предметов (задачи 4.1-4.7)

2.2 Геометрическая дальность видимости (задачи 4.8-4.16)

2.3 Метеорологическая дальность видимости (задачи 4.17-4.35)

2.4 Дальность видимости огней (задачи 4.36-4.45)

2.5 Посадочная дальность видимости (задачи 4.53-4.72)

3. Рефракция света в атмосфере

3.1 Астрономическая рефракция (задачи 5.1-5,9)

3.2 Земная рефракция (задачи 5.10-5.21)

4. Электрическое поле и токи в атмосфере

4.1 Характеристики электрического поля тропосферы (задачи 9.1-9.24)

4.2 Электрические токи в атмосфере. Электричество грозы (задачи 9.25-9.51)

5. Элементы атмосферной акустики.

5.1 Характеристики звуковых колебаний в атмосфере (задачи 10.1-10.18)

5.2 Распределение звуковых колебаний в атмосфере (задачи 10.19-10.34)

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины «Физическая метеорология»

С целью реализации компетентного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе различных форм проведения занятий: постановка вопросов перед аудиторией, дополнение ответов другими участниками, кейс-методы, ролевые интеллектуальные игры, виртуальные лаборатории, мультимедийные компьютерные программы.

При реализации учебной дисциплины используются различные формы визуализации наглядного материала. При выполнении практических работ в течение семестра обучающиеся должны овладеть методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, умением выбора методик и средств решения задачи.

При проведении занятий с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья они могут не вызываться к доске, а отвечать на устные вопросы с места. Лицам с затруднениями речи могут даваться индивидуальные задания с последующими письменными ответами.

По всему изучаемому материалу предусматривается проведение индивидуальных и групповых консультаций.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Физическая метеорология»:

Освоение содержания курса предполагает проведения итогового контроля знаний. Промежуточный контроль осуществляется по итогам выполнения лабораторных работ по темам и устного опроса по отдельным темам. Итоговый контроль - экзамен.

Самостоятельная работа студентов при изучении курса «Физическая метеорология» включает в себя:

- проработку конспекта лекций;
- подготовку к лабораторным работам;
- изучение материалов, выделенных для самостоятельной проработки;
- проработку лекционных материалов по учебникам.

В процессе самоподготовки следует ориентироваться на содержание разделов курса. В процессе подготовки к лабораторным работам студентам предлагается ответить на вопросы по соответствующим темам разделов

курса. Дисциплина «Физическая метеорология» завершается итоговым экзаменом.

Контрольные вопросы для проведения текущей аттестации по итогам выполнения практических работ:

1. Чем объясняется яркость небесного свода?
2. Где на небосводе наблюдается максимум поляризации рассеянного света?
3. Что определяют на небосводе точки Араго, Бабине, Брюстера?
4. Какие факторы влияют на преломление света в атмосфере?
5. Что такое астрономическая рефракция?
6. Что такое земная рефракция?
7. Какие оптические явления связаны с астрономической рефракцией?
8. Какие оптические явления связаны с земной рефракцией?
9. Что такое геометрическая дальность видимости?
10. Какие факторы влияют на дальность видимости реальных объектов?
11. Что такое яркостной контраст?
12. От чего зависит порог контрастной чувствительности глаза?
13. Что такое метеорологическая дальность видимости?
14. Как рассеяние света влияет на метеорологическую дальность видимости?
15. Как определяют дальность видимости ночью?
16. Как влияет состояние взлетно-посадочной полосы (сухая, мокрая, покрытая снегом) на посадочную дальность видимости?
17. В чем заключается явление венцов и в каких облаках они наблюдаются?
18. Каково расположение цветов в венцах?
19. Как по размеру венца определить размер облачных элементов?
20. При какой высоте Солнца возможно видеть радугу?
21. Каково агрегатное состояние облаков, при которых наблюдается явление гало?
22. Почему гало не всегда окрашены?
23. Каково расположение цветов в радуге?
24. Какие физические процессы приводят к образованию белого горизонтального круга и венцов?
25. От чего зависит размер гало?
26. Как образуются легкие, средние и тяжелые ионы?
27. Как изменяется проводимость атмосферного воздуха с высотой?
28. На какой высоте расположена ионосфера? Каково ее строение?
29. Какие факторы влияют на напряженность электрического поля атмосферы?
30. Какие физические процессы приводят к образованию электрических токов в атмосфере?

31. От чего зависит напряженность электрического поля, создаваемого молниевым разрядом?

32. Какие физические процессы приводят к электризации облачных элементов?

33. Что такое тихие разряды?

34. Что такое атмосферерики? Какие процессы приводят к ионизации газов атмосферы?

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Физическая метеорология»:

1. Световые явления в атмосфере.
2. Поток радиации и световой поток.
3. Яркость. Освещенность поверхности.
4. Методы фотометрических измерений.
5. Астрономическая рефракция. Оптические явления, связанные с астрономической рефракцией.
6. Земная рефракция. Оптические явления, связанные с земной рефракцией.
7. Суммарная освещенность.
8. Световой климат.
9. Посадочная дальность видимости и факторы, влияющие на нее.
10. Геометрическая дальность видимости. Факторы, влияющие на дальность видимости реальных объектов?
11. Элементы теории дневной горизонтальной видимости. Методы измерения дневной видимости.
12. Световые явления в облаках. Радуга. Венцы. Гало.
13. Ионизация атмосферы. Рекомбинация ионов.
14. Проводимость воздуха.
15. Аспирационные приборы для измерения проводимости воздуха и числа ионов.
16. Электрическое поле атмосферы. Возникновение свободных зарядов в атмосфере.
17. Электрические токи в атмосфере.
18. Грозовое электричество. Молнии. Тихие разряды в атмосфере.
19. Атмосферерики? Какие процессы приводят к ионизации газов.
20. Сохранение электрического заряда Земли. Теория Я.И.Френкеля.
21. Магнитное поле Земли.
22. Радиационные пояса.
23. Полярные сияния: образование, формы, происхождение.
24. Электрические явления в верхних слоях атмосферы.
25. Метеорологическая дальность видимости. Как рассеяние света влияет на метеорологическую дальность видимости?
26. Ионосфера и ее строение.

27. Напряженность электрического поля атмосферы. Факторы, влияющие на нее.

7 Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

| Семестр | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | Самостоятельная работа | Автоматизированное тестирование | Другие виды учебной деятельности | Промежуточная аттестация | Итого |
|---------|--------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|
| 1 | 18 | | 27 | 25 | | | 30 | 100 |
| 2 | 14 | | 36 | 20 | | | 30 | 100 |

1 семестр

Лекции – от 0 до 18 баллов

Посещаемость, опрос, активность за один семестр

0 баллов – отсутствие на лекции,

1 балл – присутствие на лекции,

2 балла – активное участие на лекции.

Лабораторные занятия

не предусмотрены

Практические работы

Всего 9 работ: Максимальное количество баллов за работу – 3 балла

3 баллов – работа выполнена полностью

2 балла – работа выполнена с ошибкой

1 балл – работа выполнена с помощью преподавателя

0 баллов – работа не выполнена

Самостоятельная работа – от 0 до 25 баллов

Письменный опрос по пройденному материалу – от 0 до 5 баллов

Всего 5 опросов по 5 балла каждый

0 баллов – отсутствие на опросе

3 балла – неполный ответ

5 балла – правильный и полный ответ

Автоматизированное тестирование

не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности

не предусмотрено

Промежуточная аттестация

25-30 баллов – ответ на «отлично»

19-24 баллов – ответ на «хорошо»

13-18 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-12 баллов – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 1 семестр по дисциплине «Физическая метеорология» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Физическая метеорология» в зачет:

| | |
|--------------|--------------|
| 16-30 баллов | «зачтено» |
| 0-15 баллов | «не зачтено» |

2 семестр

Лекции – от 0 до 14 баллов

Посещаемость, опрос, активность за один семестр

0 баллов – отсутствие на лекции,

1 балл – присутствие на лекции,

2 балла – активное участие на лекции.

Лабораторные занятия

не предусмотрены

Практические работы

Всего 9 работ: Максимальное количество баллов за работу – 4 балла

4 балла – работа выполнена полностью

2 балла – работа выполнена с ошибкой

1 балл – работа выполнена с помощью преподавателя

0 баллов – работа не выполнена

Самостоятельная работа – от 0 до 20 баллов

Письменный опрос по пройденному материалу – от 0 до 4 баллов

Всего 5 опросов по 4 балла каждый

0 баллов – отсутствие на опросе

2 балла – неполный ответ

4 балла – правильный и полный ответ

Автоматизированное тестирование

не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности

не предусмотрено

Промежуточная аттестация

25-30 баллов – ответ на «отлично»

19-24 баллов – ответ на «хорошо»

13-18 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-12 баллов – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 2 семестр по дисциплине «Физическая метеорология» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Физическая метеорология» в экзамен:

| | |
|---------------|-----------------------|
| 86-100 баллов | «отлично» |
| 76-85 баллов | «хорошо» |
| 61-75 баллов | «удовлетворительно» |
| 0-60 баллов | «неудовлетворительно» |

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины «Физическая метеорология»:

а) литература:

1. Кислов А.В. Климатология с основами метеорологии (1-е изд.) учебник. М: Академия, 2016 (26 экз. ЗНБ)
2. Клёмин В.В., Кулешов Ю.В., Суворов С.С., Волконский Ю.Н. Динамика атмосферы. СПб.: Наука, 2013. – 421 с. (30 экз. на кафедре)
3. Пряхина С.И., Морозова С.В., Гужова Е.И. Методические указания для проведения лабораторных работ по курсу «Метеорология и климатология». Для студентов, обучающихся по направлениям 280400 – Прикладная гидрометеорология, 021000 География, 050100 – Педагогическое образование. Саратов: ИЦ «Наук». 2011. 103 с. (25 экз. на кафедре).
4. Семенченко Б.А. Физическая метеорология. М.: Аспект Пресс, 2002.- 415 с.
5. Зверева С.В. Задачник по общей метеорологии. Атмосферная оптика. Электричество. Акустика. Л.: Гидрометеиздат, 1980, 126 с. (5 экз. на кафедре)
6. Хромов С.П. Метеорология и климатология: уч. пособие/ С.П. Хромов, М.А. Петросянц.- М.: изд-во Моск. Ун-та, 2012.- 528 с.ЭБС IPRbooks
9. Облака. Происхождение. Классификация, распознавание: уч. пособие под ред. Угрюмова А.Ю. СПб: Рос. гос. гидрометеор. Ун-т, 2007.-227.
10. Рыхлов А.Б., Волков С.А., Иванова Г.Ф. Анализ термодинамического состояния атмосферы на аэрологической диаграмме.- Саратов: Изд-во СГУ, 2004.
11. Бобров Г.П., Рыхлов А.Б., Шутов В.С. Важнейшие физические величины и константы в метеорологии. 1998. (3 экз. на кафедре).
12. Иванова Г.Ф. Метеорологические приборы и измерения. Уч. пособие. 2-е издание. Саратов: Научная книга. 2006.
13. С.И. Пряхина, Л.М. Фетисова, С.В. Морозова, Т.Г. Серейчикас Метод косвенного расчета радиационного баланса. Учебно-методическое пособие к практическим занятиям для студентов специальности «метеорология» и «география» дневного и заочного отделения. Саратов: ИЦ «Наука».2011.- 26 с. (25 экз. на кафедре); www.library.sgu.ru/uch_lit/122.pdf.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7892> - Метеорология и гидрология
2. <http://elibrary.ru/issues.asp?id=28163> - Метеорологический вестник
3. http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7831 - Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана.
4. Microsoft Word

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Физическая метеорология»

1. Географические и климатические карты и атласы.
2. Таблицы, схемы, графики, справочники.

3. Учебно-методические пособия и другая справочная литература кафедры метеорологии и климатологии.
4. Данные зондирования атмосферы.
5. Космические снимки.
6. Сменные специализированные стенды, поясняющие строение атмосферы.
7. Интернет-ресурсы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.04.05 Прикладная гидрометеорология и профилю Метеорология и климатология.

Автор: Ормели Е.И., ассистент кафедры метеорологии и климатологии географического факультета СГУ. *Ормели*

Программа одобрена на заседании кафедры метеорологии и климатологии от 11.05.2021 года, протокол № 7.