

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**
Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

МЕТОДЫ ЗОНДИРОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль):

Авиационная метеорология

Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

Очная

Рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

11 мая 2021 г., протокол № 9

Зав. кафедрой _____ Кузнецов А.Д.

Авторы-разработчики:

_____ Кузнецов А.Д.

Саенко _____ Саенко А.Г.

Санкт-Петербург 2021

1. Рекомендации по контактной работе

1.1. Работа на лекциях.

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.

Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на консультации.

1.2. Работа на лабораторных занятиях.

Изучение литературы по лабораторным работам, которая содержит краткие теоретические сведения, порядок выполнения работы и оформления отчета. Материалы выдаются преподавателем во время практического занятия.

Производство расчётных работ, обработка и кодирование результатов аэрологического и радиолокационного зондирования атмосферы, проведение измерений на лабораторных макетах радиолокационных станций.

2. Рекомендации по самостоятельной работе

Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.

Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.

2.1. Подготовка к лабораторным занятиям

Изучение текстового материала по лабораторным работам, который содержит краткие теоретические сведения, порядок выполнения работы и оформления отчета. Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом. Заготовка шаблонов таблиц, схем и другого графического материала для заполнения при выполнении работы.

Материалы выдаются преподавателем во время лабораторного занятия.

2.2. Подготовка к докладу по лабораторным работам

Доклад о результатах выполненной практической работы включает в себя краткий доклад (не более 5 минут на человека), презентацию об основных результатах выполненной лабораторной работы, выполненной обучающимися и ответы на вопросы по представленному материалу (2-3 минуты).

Объем презентационного материала – не более 10 слайдов.

Презентационный материал должен содержать краткий ход формирования и метода обработки данных, графики полученных метеорологических параметров и краткий анализ данных.

2.3 Подготовка к лабораторным работам № 1, 2, 5, 6, 7, 8.

Для выполнения расчетной работы используется Практикум по аэрологии и радиометеорологии. Киселев В.Н., Мушенко П.М. Изд. ЛПИ им. Калинина, 1986, 136с.

Практикум содержит теоретический материал по теме работы, порядок выполнения работы и правила оформления отчета.

2.4 Подготовка к лабораторным работам № 3 и 4.

Для выполнения расчетной работы используется Руководство к лабораторным работам «Система зондирования «Радиопеленгационный метеорологический комплекс (РПМК-1) – МРЗ-3а» Осипов Ю.Г., Саенко А.Г. // СПб.: РГГМУ, 2012, 52с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_788c0df961514e338b03006314fd3159.pdf

Руководство содержит теоретический материал по теме работы, порядок выполнения работы и правила оформления отчета.

2.5 Подготовка к текущему контролю

Вопросы для самопроверки:

1. Аэрология и радиометеорология. Предмет, задачи и методы получения информации о состоянии атмосферы.
2. Шаропилотные и радиозондовые оболочки. Газы для их наполнения.
3. Подъёмная сила и вертикальная скорость шара пилота.
4. Практические методы определения вертикальной скорости шара пилота.
5. Аэрологические теодолиты. Проверка теодолитов.
6. Производство шаропилотных наблюдений. Графический метод обработки результатов.
7. Аналитический метод обработки шаропилотных наблюдений.
8. Базисные шаропилотные наблюдения.
9. Методы радиоветровых наблюдений.
10. Антенны направленного действия и их характеристики.
11. Радиолокационный обзор пространства.
12. Измерение угловых координат объектов.
 - а. Амплитудный метод измерения угловых координат объектов.
 - б. Фазовый метод измерения угловых координат объектов.
13. Измерение дальности до объектов.
 - а. Амплитудный метод измерения дальности до объектов.
 - б. Фазовый метод измерения дальности до объектов.
 - в. Частотный метод измерения дальности до объектов.
14. Импульсные РЛС и их характеристики.
15. Отражение и рассеяние электромагнитных волн.
16. Эффективная площадь рассеяния.
17. Простейшие радиолокационные цели.
 - а. Эффективная площадь рассеяния плоской идеально проводящей пластины.
 - б. Эффективная площадь рассеяния идеально проводящей большой сферы.
 - в. Эффективная площадь рассеяния полуволнового вибратора.
 - г. Эффективная площадь рассеяния уголкового отражателя.
18. Уравнение дальности радиолокационного наблюдения точечной цели.
19. Уравнение РЛС с активным ответом.
20. Система аэрологического зондирования АВК-1 “Титан”, РПМК-1. Принцип действия, устройство и характеристики.
21. Система аэрологического зондирования МАРЛ-А. Принцип действия, устройство и характеристики.
22. Радиозонды типа МРЗ-3а, устройство, принцип действия и технические характеристики.
23. Актинометрические радиозонды АРЗ-ЦАО, АРЗ-2. Назначение и устройство.
24. Озонозонды. Методы измерения озона в атмосфере.
25. Ракетное зондирование атмосферы, его специфика.
26. Особенности измерения давления, температуры и других метеорологических величин при ракетном зондировании.
 - а. Измерение температуры при ракетном зондировании.
 - б. Измерение давления при ракетном зондировании.
27. Электромагнитные волны и их распространение в разных средах.
 - а. Распространение в однородном диэлектрике.
 - б. Распространение в полупроводящей среде.

28. Радиофизические характеристики атмосферы и их связь с метеопараметрами.
 - а. Безоблачная атмосфера.
 - б. Гидрометеорные частицы.
 - в. Атмосферные образования.
29. Преломляющие свойства атмосферы. Радиорефракция.
30. Методы учета радиорефракции.
 - а. Метод эквивалентного радиуса Земли.
 - б. Метод приведенного коэффициента преломления.
31. Ослабляющие свойства атмосферы.
 - а. Ослабление в газах атмосферы.
 - б. Ослабление гидрометеорами.
 - в. Ослабление в дожде.
 - г. Ослабление в облаках и туманах.
 - д. Ослабление в граде и снеге.
32. Рассеяние электромагнитных волн сферическими частицами.
33. Эффективная площадь рассеяния облаков и осадков.
34. Уравнение дальности радиолокационного наблюдения облаков и осадков.
35. Потенциал метеорологических РЛС.
36. Радиолокационная отражаемость облаков и осадков.
37. Двухволновой метод определения града
38. Соотношение между когерентным и некогерентным рассеянием.
39. Особенности импульсных метеорологических радиолокаторов.
40. Контроль метеорологического потенциала радиолокатора.
41. Измерение мощности отраженных сигналов.
42. Получение метеорологической информации с помощью РЛС.
43. Критерии опасных явлений погоды.
 - а. Критерии грозоопасности.
 - б. Критерии градоопасности.
 - в. Критерии опасных явлений для доплеровских и поляризационных МРЛ.
44. Особенности метеорологических доплеровских радиолокаторов.
45. Доплеровские РЛС.
 - а. Когерентные РЛС с непрерывным излучением.
 - б. Когерентно-импульсные РЛС.
 - в. Псевдокогерентно-импульсные РЛС.
46. Связь спектра доплеровских частот со скоростями движения рассеивающих частиц.
47. Поляризационные параметры электромагнитных волн.
48. Поляризация радиолокационных сигналов отраженных гидрометеорными частицами.
49. Определение величины сигнала отраженного от частицы эллипсоидальной формы.
50. Поляризация радиолокационных сигналов отраженных от облаков и осадков.
51. Радиотепловое излучение и его характеристики.
52. Радиотепловое излучение атмосферы.
53. Принципы построения радиометров. Применение радиометров для получения метеорологической информации.
54. Устройство радиометров.
 - а. Компенсационный приёмник.
 - б. Корреляционный приёмник.
 - в. Модуляционный приёмник.

2.6 Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.

3. Работа с литературой

№	Раздел / тема дисциплины	Основная литература	Дополнительна литература
1.	Классификация методов зондирования атмосферы	<p>1. Конспект лекций.</p> <p>2. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976</p>	<p>1. Киселев В.Н, Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). – СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf</p> <p>2. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980, 432с. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf</p>
2.	Оптические методы ветрового зондирования	<p>1. Конспект лекций.</p> <p>2. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976</p>	<p>1. Киселев В.Н, Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). – СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf</p> <p>2. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980, 432с. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf</p> <p>3. Киселев В.Н., Мушенко П.М. Практикум по аэрологии и радиометеорологии // Изд. ЛПИ им.Калинина, 1986, 136с.</p>
3.	Радиотехнические методы ветрового зондирования атмосферы	<p>1. Конспект лекций.</p> <p>2. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976</p> <p>3. Осипов Ю.Г., Саенко А.Г. Руководство к лабораторным работам «Система зондирования «Радиопеленгационный метеорологический комплекс (РПМК-1) – МРЗ-3а» // СПб.: РГГМУ, 2012, 52с. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/rid_788c0df961514e338b03006314fd3159.pdf</p>	<p>1. Киселев В.Н, Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). – СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf</p> <p>2. Рудианов Г.В., Осипов Ю.Г., Саенко А.Г., Дядюра А.В. Устройство и эксплуатация радиопеленгационного метеорологического комплекса РПМК-1. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2012. – 168 с http://elibrshu.ru/files_books/pdf/rid_67de195c6fd14a3e95512a85da344de7.pdf</p> <p>3. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980, 432с. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf</p> <p>4. Осипов Ю. Г., Герасимова Н. В., Дядюра А. В. Устройство и принцип действия аэрологической информационно-измерительной системы «Улыбка». Учебное пособие по дисциплине Методы зондирования окружающей среды. - СПб; РГГМУ, 2009</p>

			<p>-60 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417150541.pdf 5. Рудианов Г.В., Осипов Ю.Г., Саенко А.Г., Дядюра А.В. Устройство и эксплуатация радиопеленгационного метеорологического комплекса РПМК-1. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2012. – 168 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_67de195c6fd14a3e95512a85da344de7.pdf</p>
4.	Системы комплексного температурно-ветрового зондирования атмосферы	<p>1. Конспект лекций. 2. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976 3. Осипов Ю.Г., Саенко А.Г. Руководство к лабораторным работам «Система зондирования «Радиопеленгационный метеорологический комплекс (РПМК-1) – МРЗ-3а» // СПб.: РГГМУ, 2012, 52с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_788c0df961514e338b03006314fd3159.pdf</p>	<p>1. Киселев В.Н, Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). – СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf 2. Рудианов Г.В., Осипов Ю.Г., Саенко А.Г., Дядюра А.В. Устройство и эксплуатация радиопеленгационного метеорологического комплекса РПМК-1. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2012. – 168 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_67de195c6fd14a3e95512a85da344de7.pdf 3. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980, 432с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf 4. Осипов Ю. Г., Герасимова Н. В., Дядюра А. В. Устройство и принцип действия аэрологической информационно-измерительной системы «Улыбка». Учебное пособие по дисциплине Методы зондирования окружающей среды. - СПб; РГГМУ, 2009 -60 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417150541.pdf 5. Рудианов Г.В., Осипов Ю.Г., Саенко А.Г., Дядюра А.В. Устройство и эксплуатация радиопеленгационного метеорологического комплекса РПМК-1. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2012. – 168 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_67de195c6fd14a3e95512a85da344de7.pdf</p>
5.	Специальные виды зондирования атмосферы	<p>1. Конспект лекций. 2. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976</p>	<p>1. Киселев В.Н, Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). – СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf 2. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980, 432с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf 3. Осипов Ю. Г., Герасимова Н. В.,</p>

			<p>Дядюра А. В. Устройство и принцип действия аэрологической информационно-измерительной системы «Улыбка». Учебное пособие по дисциплине Методы зондирования окружающей среды. - СПб; РГГМУ, 2009 -60 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417150541.pdf</p>
6.	Ракетное зондирование	<p>1. Конспект лекций. 2. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976</p>	<p>1. Киселев В.Н, Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). – СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf 2. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеоздат, 1980, 432с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf 3. Киселев В.Н., Мушенко П.М. Практикум по аэрологии и радиометеорологии // Изд. ЛПИ им.Калинина, 1986, 136с.</p>
7.	Физические основы радиолокационного зондирования атмосферы	<p>1. Конспект лекций. 2. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976</p>	<p>1. Киселев В.Н, Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). – СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf 2. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеоздат, 1980, 432с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf 3. Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети. – СПб.: Институт радарной метеорологии, Гидрометеоздат, 2002, 331с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090594.pdf 4. Киселев В.Н., Мушенко П.М. Практикум по аэрологии и радиометеорологии // Изд. ЛПИ им.Калинина, 1986, 136с.</p>
8.	Зондирование атмосферы с помощью некогерентных и когерентных метеорологических радиолокационных станций	<p>1. Конспект лекций. 2. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976</p>	<p>1. Киселев В.Н, Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). – СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf 2. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеоздат, 1980, 432с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf 3. Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети. – СПб.: Институт радарной</p>

			<p>метеорологии, Гидрометеиздат, 2002, 331с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090594.pdf</p> <p>4. Киселев В.Н., Мушенко П.М. Практикум по аэрологии и радиометеорологии // Изд. ЛПИ им.Калинина, 1986, 136с.</p>
9.	Использование поляризационных свойств электромагнитных волн для зондирования атмосферы	<p>1. Конспект лекций.</p> <p>2. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976</p>	<p>1. Киселев В.Н, Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). – СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf</p> <p>2. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980, 432с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf</p> <p>3. Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети. – СПб.: Институт радарной метеорологии, Гидрометеиздат, 2002, 331с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090594.pdf</p>
10.	Использование радиотеплового излучения для зондирования атмосферы	<p>1. Конспект лекций.</p> <p>2. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976</p>	<p>1. Киселев В.Н, Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). – СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf</p> <p>2. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980, 432с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf</p>
11.	Перспективы развития информационно-измерительных метеорологических систем зондирования атмосферы	<p>1. Конспект лекций.</p> <p>2. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976</p>	<p>1. Киселев В.Н, Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). – СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf</p> <p>2. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980, 432с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf</p> <p>3. Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети. – СПб.: Институт радарной метеорологии, Гидрометеиздат, 2002, 331с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090594.pdf</p>