

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ АТМОСФЕРЫ

Рабочая программа по дисциплине

ТЕОРИЯ ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ГАЗАХ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

03.03.02 «Физика»

Направленность (профиль):

Физика

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Физика»


Бобровский А.П.

Утверждаю

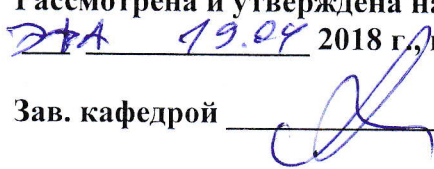
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением

Учебно-методического совета

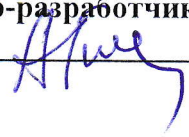
19 сентября 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

 19.09 2018 г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Кузнецов А.Д.

Автор-разработчик:


Букарев А.И.

Санкт-Петербург 2018

Рецензент: Г. Г. Щукин, докт. физ.-мат. наук, профессор кафедры Военно-космической Академии им. А.Ф.Можайского.

Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Теория переноса электромагнитного излучения в газах» – подготовка бакалавров, обучающихся по направлению «Физика», владеющих знаниями в объеме, необходимом для изучения теоретических основ современных методов дистанционного зондирования атмосферы, методов проведения дистанционных измерений и используемой для этих целей аппаратуры, методик планирования дистанционных измерений и обработки результатов наблюдений.

Основные задачи дисциплины «Теория переноса электромагнитного излучения в газах» связаны с освоением студентами:

- теории взаимодействия электромагнитного излучения с веществом;
- математических основ решения обратных задач атмосферной оптики;
- физических основ измерения собственного электромагнитного излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Теория переноса электромагнитного излучения в газах» для направления подготовки 030302 – «Физика» относится к дисциплинам вариативной части общепрофессионального цикла.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы учебных модулей: «Математика», «Общая физика», «Информатика», «Химия и экология».

Параллельно с дисциплиной «Теория переноса электромагнитного излучения в газах» изучаются «Геофизическая гидродинамика», «Математическое моделирование антропогенных воздействий на атмосферу», «Математическое моделирование антропогенных воздействий на водные экосистемы», «Дистанционные методы исследования атмосферы и океана», «Радиационная экология».

Знания, полученные в результате изучения дисциплины «Теория переноса электромагнитного излучения в газах» используются при прохождении преддипломной практики и выполнении научно-исследовательской работы.

ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

<i>Код компетенции</i>	<i>Компетенция</i>
ОПК-1	Способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук
ОПК-2	Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей
ОПК-3	Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
ПК-1	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Теория переноса электромагнитного излучения в газах» обучающийся должен:

Знать:

- основные методы расчета для исследования распространения электромагнитного излучения в газовой среде в коротко-волновом и тепловом диапазонах длин волн;
- основные формы представления уравнения переноса электромагнитного излучения в жидкостях и газах;
 - математические методы решения прямых задач переноса излучения (ОК-10);
 - математические методы решения обратных задач переноса излучения;

Уметь:

- планировать и осуществлять замкнутые численные эксперименты на ПЭВМ по оценке точности дистанционных методов зондирования характеристик состояния природной среды;
- проводить измерения характеристик электромагнитного излучения и обрабатывать экспериментальные данные

Владеть:

- методами теории переноса излучения;
- приемами построения оптической модели атмосферы;
- навыками расчета радиационных характеристик в атмосфере;

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Теория переноса электромагнитного излучения в газах» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки освоения компетенцией (описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
Базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с суще-	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их ре-	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения

			ствующей проблематикой	шению	современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Вид учебной дисциплины	Всего часов	Семестр
Общая трудоёмкость дисциплины	144	8
Аудиторные занятия	48	8
Лекции	24	8
Процент лекций в объёме аудиторных часов занятий	50	8
Практические работы	24	8
Самостоятельная работа (СР)- всего	96	8
В том числе подготовка к сдаче экзамена	27	
Вид итогового контроля	экзамен	8

4.1. Содержание разделов дисциплины

Очное обучение

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинары	Самост. работа			
1	Введение	8	2	2	3	Вопросы на лекции.	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
2	Основы измерений характеристик электромагнитного излучения	8	2	2	8	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, отчет по практической работе	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
3.	Источники электромагнитного излучения в природе. Закон Планка	8	2	2	6	Вопросы на лекции, опрос перед практической рабо-	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1

						той, отчет по практической работе		
4.	Свойства атмосферных аэрозолей	8	2	2	6	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, отчет по практической работе	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
5.	Основы теории рассеяния	8	2	2	6	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, отчет по практической работе	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
6.	Взаимодействие молекул атмосферных газов и радиации.	8	2	2	6	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, отчет по практической работе		ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
7	Математические аспекты решения прямых задач теории переноса	8	2	2	6	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, отчет по практической работе	1	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
8	Методы решения уравнения переноса прямой радиации. Закон Бугера.	8	2	2	6	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, отчет по практической работе	1	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
9.	Приближение однократного рассеяния при расчете радиационных характеристик	8	2	2	6	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, отчет по практической работе	1	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1

10.	Двухпоточковые методы расчета радиационных характеристик	8	2	2	6	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, отчет по практической работе	1	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
11	Асимптотические формулы теории переноса	8	2	2	6	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, отчет по практической работе		ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
12.	Метод статистического моделирования в теории переноса излучения	8	2	2	4	Вопросы на лекции.		ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
	ИТОГО		24	24	69		14	
Подготовка к сдаче экзамена					27			
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ					144			

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Введение

Проблемы, решаемые теорией переноса. Основные параметры атмосферы и поверхности, для построения оптических моделей. Понятие прямых, косвенных, контактных и дистанционных измерений. Оптические методы измерений. Основные элементы оптической измерительной системы. Основные функции оптической измерительной системы. Измерение количественных характеристик поля излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера как основа для дистанционного зондирования. Активные и пассивные методы. Физические основы измерения электромагнитного излучения в различных диапазонах спектра. Аппаратура для проведения дистанционного зондирования атмосферы. Возможные схемы проведения радиационных измерений (геометрия эксперимента).

4.2.2 Теория переноса электромагнитного излучения

Источники электромагнитного излучения в природе. Основные сведения из теории переноса излучения. Физические основы взаимодействия излучения с веществом и количественные характеристики, используемые для описания такого взаимодействия. Функции пропускания атмосферы. Уравнение переноса излучения. Характери-

стика различных диапазонов спектра с точки зрения решения задач дистанционного зондирования атмосферы. Чувствительности собственного теплового излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера к вариациям различных атмосферных величин, ее связь с решением обратных задач спутниковой метеорологии дистанционного мониторинга состояния окружающей среды. Математические аспекты решения задач переноса излучения в атмосфере.

4.2.3. Свойства атмосферных аэрозолей

Определение атмосферных аэрозолей. Классификация атмосферных аэрозолей по происхождению. Классификация атмосферных аэрозолей по размерам. Аэрозольные модели атмосферы. Влияние атмосферных аэрозолей на радиационный режим атмосферы и формирование климата. Учет атмосферных аэрозолей в моделях атмосферы. Облачная и безоблачная атмосфера. Основные оптические параметры атмосферы.

4.2.4. Основы теории рассеяния

Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Сечения взаимодействия: сечение поглощения, сечение рассеяния, сечение направленного рассеяния. Индикатриса рассеяния. Характерные масштабы в теории рассеяния. Приближение малых частиц. Рэлеевское рассеяния. Безоблачная атмосфера. Правила сложения. Ограничивающие предположения. Рассеяние на крупных частицах. Облачная атмосфера.

4.2.5. Взаимодействие молекул атмосферных газов и радиации.

Общая характеристика молекулярного поглощения света в атмосфере. Спектры поглощения атмосферных газов. Спектральные линии. Контур спектральной линии. Уширение спектральной линии, крылья спектральной линии. Функция пропускания в атмосфере. Расчет функции пропускания.

4.2.7. Методы решения уравнения переноса в коротковолновой области спектра с учетом эффектов рассеяния.

Вывод уравнения переноса. Решение уравнения переноса без учета рассеяния – для прямой радиации. Решение уравнения переноса в приближении однократного рассеяния. Решение уравнения переноса в случае однородной атмосферы. Формулы для коэффициентов пропускания и отражения. Приближенные методы (метод Эддингтона). Учет многократного рассеяния света – облачная атмосфера. Диффузный режим. Асимптотические формулы теории переноса. Метод Монте-Карло для расчета радиационных характеристик в атмосфере.

4.3. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Знакомство с работой в редакторе WORD и построение графиков с использованием редактора EXCEL	Практическая работа	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
2	2	Исследование зависимости функции Планка и ее производной от температуры абсолютно черного тела и от волнового числа. Излучение реальных тел	Практическая работа	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
3	2	Расчет интенсивности уходящего излучения в ИК-области спектра, исследование зависимости вклада подстилающей поверхности и атмосферы от волнового числа (случаи слабого и сильного поглощения), а также от высоты верхней границы облачности и количества облаков в поле зрения прибора.	Практическая работа	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
4	3, 4	Расчет оптических параметров атмосферных аэрозолей	Практическая работа	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3
5	7	Расчет потоков солнечного излучения в атмосфере методом Эддингтона	Практическая работа	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
6	7	Расчет интенсивностей солнечного излучения в атмосфере методом однократного рассеяния	Практическая работа	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3
7	7	Расчет потоков солнечного излучения в атмосфере методом Монте-Карло	Практическая работа	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3
8	7	Расчет характеристик солнечного излучения в облачной атмосфере	Практическая работа	ОПК-1 ОПК-2

		методом асимптотических формул		ОПК-3 ПК-1
9	5	Расчет функций пропускания	Практическая работа	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

5.1.1. Вопросы на лекции. Студентам предлагаются вопросы по каждому разделу с последующим их домашним анализом и письменными ответами на следующей лекции.

5.1.2. Обсуждение практических работ. Студентам предлагаются работы из Практикума [2] для домашней подготовки и последующей проверки.

5.1.3. Беседа со студентами (коллоквиум) перед выполнением каждой практической работы. На основании результатов коллоквиума студент допускается (не допускается) к выполнению работы.

5.1.4. Прием и проверка отчета по каждой практической работе.

а) Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

Вопросы на лекции:

1. Какие измерения осуществляются при радиационных экспериментах в атмосфере?
2. Какое тело называется «серым» телом?
3. Какой задачей является задача восстановления температуры подстилающей поверхности из данных спутниковых измерений?
4. Какой процесс описывается уравнением переноса излучения?
5. Функция пропускания описывает процесс переноса чего?
6. Какой метод исследования погрешностей восстановления температуры подстилающей поверхности позволяет определить статистические параметры распределения погрешности?
7. Какой метод решения уравнения переноса излучения является аналитическим (обеспечивает решение в виде аналитической формулы) ?
8. Какое излучение описывает решение уравнения переноса для облачной атмосферы ?
9. Какой формулой описывается коэффициент рассеяния света в безоблачной атмосфере ?

10. Какой формулой описывается коэффициент рассеяния света в облачной атмосфере ?
11. Как можно охарактеризовать спектр поглощения (испускания) молекулами атмосферных газов?
12. Какова форма контура спектральной линии поглощения эл.-м. энергии молекулами атмосферных газов ?
13. Какие необходимые процедуры можно назвать обучением прибора?
14. Какие параметры необходимы для решения прямой задачи для безоблачной атмосферы?
15. Какие параметры необходимы для решения прямой задачи оптики облаков?
16. Какой основной параметр отличается в 100 раз в облачной и безоблачной атмосфере?

Вопросы к коллоквиуму перед выполнением практической работы №2

1. Дать определение абсолютно черному телу (АЧТ).
2. Как распределена по спектру спектральная яркость АЧТ?
3. От чего зависит положение максимума спектральной яркости АЧТ?
4. Напишите формулу зависимости спектральной яркости АЧТ от волнового числа и температуры?
5. Изменяется ли по спектру величина яркостной температуры спектральной яркости АЧТ.
6. Совпадают ли максимумы спектральной яркости АЧТ и производной функции Планка по температуре?
7. От каких параметров зависит интенсивность излучения подстилающей поверхности?
8. Может ли яркостная температура излучения подстилающей поверхности равняться термодинамической температуре ее поверхности?
9. Выведите формулу для производной функции Планка по температуре.
10. На основе уравнения (1.3) (продифференцировав его по λ) показать справедливость уравнения (1.8).

б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение рефератов и докладов по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты и базовые учебники.

5.3. Промежуточный контроль

Контроль по результатам 8-го учебного семестра – экзамен.

Перечень вопросов к экзамену

1. Какие измерения осуществляются при дистанционном зондировании?
2. Выражением какого закона является представленная формула

$$B_{\lambda, T} = \frac{a \nu^3}{\exp\left(\frac{b \nu}{T}\right) - 1} \quad ?$$

3. Интенсивность излучения реального тела описывается формулой:

$$J_{\nu} = \varepsilon(\nu) B_{\nu, T_s}$$

Как называется коэффициент $\varepsilon(\nu)$

4. Какое тело называется «серым» телом?
5. Какой задачей является задача восстановления температуры подстилающей поверхности из данных спутниковых измерений
6. Как называется уравнение

$$\frac{1}{\rho(M)} \frac{dJ_{\lambda}^{(0)}}{ds} = -k_{\lambda}(M) J_{\lambda}(M, \vec{r}) + \eta_{\lambda}(M) - \sigma_{\lambda}(M) J_{\lambda}(M, \vec{r}) + \int_{\Omega} \sigma_{\lambda}(M) J_{\lambda}(M, \vec{r}') \frac{f_{\lambda}(M, \vec{r}, \vec{r}')}{4\pi} d\Omega d\Omega'$$

7. Какой процесс описывается уравнением переноса излучения
8. Функция пропускания описывает процесс переноса чего?
9. С какими предположениями получено решение уравнения переноса

$$J_{\lambda}^{\uparrow}(z, \theta) = \varepsilon_{\lambda} B_{\lambda, T_s} \bar{P}_{\lambda}(z_n, 0, \theta) + \int_0^{z_n} B_{\lambda, T}(x) \bar{d}P_{\lambda}(z_n, x, \theta)$$

10. Какой метод исследования погрешностей восстановления температуры подстилающей поверхности позволяет определить статистические параметры распределения погрешности?
11. Какой метод решения уравнения переноса излучения является аналитическим (обеспечивает решение в виде аналитической формулы) ?
12. Какое излучение описывает решение уравнения переноса для облачной атмосферы ?
13. Какой формулой описывается коэффициент рассеяния света в безоблачной атмосфере ?
14. Какой формулой описывается коэффициент рассеяния света в облачной атмосфере ?
15. Как можно охарактеризовать спектр поглощения (испускания) молекул атмосферных газов?
16. Какова форма контура спектральной линии поглощения эл.-м. энергии молекулами атмосферных газов ?
17. Какие необходимые процедуры можно назвать обучением прибора?

18. Какие измерения необходимы для решения обратной задачи оптики облаков?
19. Какой основной параметр отличается в 100 раз в облачной и безоблачной атмосфере?
20. Для восстановления профиля температуры в атмосфере используются измерения в спектральном канале, где доминирует поглощение какого газа?
21. В какой области спектра используются измерения для восстановления температуры подстилающей поверхности ?
22. Что описывает выражение
23. $J_{\lambda}^{\uparrow}(z, \theta) = \varepsilon_{\lambda} B_{\lambda, T_s} \bar{P}_{\lambda}(z_n, 0, \theta) + \int_0^{z_n} B_{\lambda, T(x)} \bar{d}P_{\lambda}(z_n, x, \theta) ?$
24. Что описывает закон смещения Вина ?

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Кузнецов А.Д., Розанов В.В., Тимофеев Ю.М. Дистанционное зондирование атмосферы тропической зоны. - Л., изд. ЛГМН, 1988, с. 90.
2. Ку-Нан Лиоу. Основы радиационных процессов в атмосфере. - Л.: Гидрометеорологический издат, 1984. - 376 с.
3. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. Санкт-Петербург. "Наука". 2003. 474 с.
4. Васильев А.В., Мельникова И.Н. Коротковолновое солнечное излучение в атмосфере Земли. Расчеты. Измерения. Интерпретация. Санкт-Петербург, НИИХ СПбГУ, 2002, 388с.
5. Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Практикум по учебным дисциплинам «Дистанционное зондирование атмосферы» и «Теория переноса излучения в жидкостях и газах». Санкт-Петербург. Изд-во Российского Гидрометеорологического государственного университета. 2000. 125 с.
6. Васильев А.В., Кузнецов А.Д., Мельникова И.Н. Практикум по учебным дисциплинам: "Дистанционное зондирование окружающей среды из космоса", "Теория переноса электромагнитного излучения в атмосфере". Изд-во БГТУ «Военмех», 170 с. – Учебное пособие

б) дополнительная литература:

1. Деймернджан Д. Рассеяние электромагнитного излучения сферическими полидисперсными частицами. М., «Мир», пер. с англ., 1971, 162 с.
2. Соболев В.В. Рассеяние света в атмосферах планет. М.: "Наука", 1972, 336 с.

3. Минин И.Н. Теория переноса излучения в атмосферах планет. М.: Наука. 1988, 264 с.
4. Межерис Р. Лазерное дистанционное зондирование.- М.: "Мир", 1987.- 550с.
5. Мишев Д. Дистанционные исследования Земли из космоса. - М.: Мир, 1985. - 232 с.
6. Кондратьев К.Я., Тимофеев Ю.М. Метеорологическое зондирование атмосферы из космоса. - Л., Гидрометеиздат, 1978, 280 с.
7. Метод статистических испытаний (Метод Монте-Карло) / Под ред. Шрейдера Ю.А. – М.: Наука, 1962.

в) Рекомендуемые интернет-ресурсы

1. Теория переноса излучения - http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_mathematics/3906/ПЕРЕНОСА
2. Физическая энциклопедия – http://femto.com.ua/articles/part_2/2802.html
3. Теория рассеяния – https://ru.wikipedia.org/wiki/Рассеяние_света_сферической_частицей
4. <http://meteorologist.ru/teoriya-mi.html>
5. <http://vzgljadnamir.narod.ru/biblioteka/Zvereva/VMSS09.htm>
6. <http://pandia.ru/text/78/536/48690.php>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (темы №1-12)	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет</p>

Практические занятия (темы №1-12)	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников, прежде всего - базового учебника и описаний практических работ.</p> <p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом.</p> <p>Подготовка специальной рабочей тетради для практических работ. Заготовка шаблонов таблиц, схем и другого графического материала для заполнения при выполнении работы.</p>
Индивидуальные задания (подготовка докладов, рефератов)	<p>Поиск литературы и составление библиографии по теме, использование от 3 до 5 научных работ.</p> <p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.</p> <p>Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и другое. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.</p>

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1-12	Использование Интернета, компьютера	Компьютерные презентации лекций. Размещены в Интернете: http://gmi.rshu.ru . Презентации лекций по курсу «Теория переноса». Автор – Мельникова И.Н.
Темы 1-12	Использование компьютеризированных аудиторий с проекторами	Компьютерные презентации лекций.
Темы 1-12	Использование персо-	Вебинары по курсу для сту-

	нальных компьютеров, Интернета	дентов заочной формы обучения. http://fzo.rshu.ru/ раздел "Лекции онлайн". Лекции по курсу «Коротковолновое радиация в атмосфере Земли», лектор – Мельникова И.Н..
Темы 1-12	Использование персональных компьютеров, Интернета	Коммуникационная группа на сайте «в контакте» https://vk.com/club101087361

8. Средства обеспечения освоения дисциплины

При обучении «Методам и средствам гидрометеорологических измерений» используются технические средства, распределенные по двум лабораториям.

В первой лаборатории находится установка, моделирующая методы измерения тепловой радиации. Работа на этой установке позволяет студентам усвоить методы измерений электромагнитной радиации, получить характеристики используемых датчиков, ознакомиться со способами сведения к минимуму погрешностей измерения, изучить электронные схемы преобразователей сигнала.

Во второй лаборатории находятся персональные компьютеры, на которых моделируется процесс обработки данных дистанционного зондирования, производится решение прямых и обратных задач атмосферной оптики, выполнение замкнутых численных экспериментов

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Аудитории, оснащенные компьютерными проекционными установками для чтения лекций с презентациями.
2. Компьютеры, проекторы и экраны для чтения лекций с презентациями в малых аудиториях.
3. Действующий макет установки для изучения собственного теплового излучения подстилающей поверхности.
4. ИК радиометр
5. Персональные компьютеры