

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа дисциплины

**РЕШЕНИЕ ПРЯМЫХ И ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ АТМОСФЕРНОЙ
ОПТИКИ**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.04.05 Прикладная гидрометеорология
Направленность (профиль)

Моделирование атмосферных процессов

Уровень:

Магистратура

Форма обучения

Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП


Анискина О.Г.

Председатель УМС

 И.И. Налкин

Рекомендована решением

Учебно-методического совета РГГМУ

19 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

11 мая 2021 г., протокол № 9

Зав. кафедрой  Кузнецов А. Д.

Авторы-разработчики.

 Кузнецов А. Д.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Решение прямых и обратных задач атмосферной оптики» является общетеоретическая подготовка магистров прикладной гидрометеорологии, обучающихся по профилю «Прикладная метеорология», владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания основных принципов обработки данных спектрометрических наблюдений при решении задач дистанционного зондирования атмосферы на основе регистрации собственного теплового излучения системы подстилающая поверхность-атмосфера.

Задача дисциплины состоит в формировании у студентов систематических знаний в области решение прямых и обратных задач атмосферной оптики. Она направлена на углубленное изучение теоретических основ и закреплению практических навыков в области атмосферной оптики. На практических занятиях студенты получают навыки, позволяющие им в дальнейшем работать с данными спектрометрических измерений, использовать стандартное и создавать новое программное обеспечение для обработки данных дистанционного зондирования системы подстилающая поверхность-атмосфера.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Решение прямых и обратных задач атмосферной оптики» для направления подготовки 05.04.05 – прикладная гидрометеорология, профиль подготовки – прикладная метеорология, квалификация (степень) – «магистр академический» относится к дисциплинам по выбору профессионального цикла.

Дисциплина включает в себя изучение в виде лекций и практически занятий современных методов решения прямых и обратных задач атмосферной оптики .

Освоение данной дисциплины опирается на содержание следующих дисциплин: «Вычислительная математика», «Математика (Теория вероятностей и математическая статистика)», «Автоматические метеорологические станции общего и специального назначения», «Прогноз стихийных бедствий», «Основы теории эксперимента», «Дистанционные методы зондирования атмосферы», «Цифровая обработка данных автоматических метеорологических станций», «Цифровые методы обработки спутниковых изображений», «Дополнительные главы геоинформационных систем».

Дисциплина «Решение прямых и обратных задач атмосферной оптики Текущее прогнозирование в метеорологии» является опорной для дисциплины «Производственная практика», блока «Научно-исследовательская работа» и при подготовке магистерской диссертации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 Способен организовывать и осуществлять численные эксперименты, оформлять и представлять результаты моделирования

1. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК-3.

Профессиональные компетенции

Таблица 1.

Код и наименование	и	Код и наименование индикатора	и наименование достижения	Результаты обучения
--------------------	---	-------------------------------	---------------------------	---------------------

профессиональной компетенции	профессиональной компетенции	
<p>ПК-3 Способен организовывать и осуществлять численные эксперименты, оформлять и представлять результаты моделирования</p>	<p>ПК-3.1. Осуществляет подготовку начальных данных для исследования.</p>	<p><u>Знать:</u> _____</p> <ul style="list-style-type: none"> – аналитические методы решения обратных задач атмосферной оптики; – статистические методы решения обратных задач атмосферной оптики; – методы проведения численного моделирования на ПЭВМ по решению прямых и обратных задач атмосферной оптики. <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять численные эксперименты с использованием различных математических моделей; – выполнять расчеты статистических характеристик, содержащих метеорологическую информацию. <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – методикой планирования численных экспериментов; – методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины 32 зачетных единиц, 108 часа.

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения 2021 года набора
Общая трудоёмкость дисциплины	108 часа
Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42
в том числе:	
лекции	14
практические занятия	28

семинарские занятия	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	66
в том числе:	
курсовая работа	-
контрольная работа	-
Вид промежуточной аттестации	экзамен

4.1. Структура дисциплины

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Уравнение переноса теплового излучения	3	2	4	10	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-3	ПК-3.1
2	Дистанционное измерение температуры подстилающей поверхности	3	2	6	10	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-3	ПК-3.1
3	Обратная задача -	3	2	6	15	Контрольное расчётное задание,	ПК-3	ПК-3.1

	термическое зондирование атмосферы					опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания		
4	Решение обратной задачи методом максимальной гладкости	3	4	6	15	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-3	ПК-3.1
5	Решение обратной задачи методом статистической регуляризации	3	4	6	9	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-3	ПК-3.1
	ИТОГО		14	28	66			

4.2. Содержание разделов дисциплины

Уравнение переноса теплового излучения

Прямые и обратные задачи атмосферной оптики. Вывод уравнения переноса теплового излучения в системе подстилающая поверхность атмосфера. Анализ уравнения переноса.

Дистанционное измерение температуры подстилающей поверхности

Преобразование уравнение переноса теплового излучения в системе подстилающая поверхность атмосфера для решения обратной задачи - дистанционного измерения температуры подстилающей поверхности. Исследование влияния погрешностей в задании исходных данных на точности дистанционного измерения температуры подстилающей поверхности.

Обратная задача - термическое зондирование атмосферы

Преобразование уравнение переноса теплового излучения в системе подстилающая поверхность атмосфера для решения обратной задачи - дистанционного измерения вертикального профиля температуры. Уравнение Фредгольма 1-го рода и его решение.

Решение обратной задачи методом максимальной гладкости

Корректные и не корректные задачи. Методы регуляризации обратных задач атмосферной оптики. Априорная информация. Решение обратной задачи дистанционного измерения вертикального профиля температуры проекционным методом. Решение обратной задачи дистанционного измерения вертикального профиля температуры методом максимальной гладкости.

Решение обратной задачи методом статистической регуляризации

Методы использования статистической информации о вертикальных профилях температуры в качестве априорной информации. Решение обратной задачи дистанционного измерения вертикального профиля температуры методом статистической регуляризации.

4.3. Содержание занятий семинарского типа

Содержание практических занятий для очной формы обучения

Таблица 4.

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Расчет интенсивности уходящего теплового излучения системы подстилающая поверхность-атмосфера	6	6
2	Исследование влияния погрешностей в задании исходных данных на точности дистанционного измерения температуры подстилающей поверхности.	4	4
3	Решение обратной задачи дистанционного измерения вертикального профиля температуры методом максимальной гладкости	8	8
4	Решение обратной задачи дистанционного измерения вертикального профиля температуры методом статистической регуляризации.	10	10

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу. Дополнительно к лекционным и практическим занятиям студент может приходить на консультации с преподавателем, для чего студент может использовать возможности удаленного доступа (Интернет).

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной

- шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:
- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 70
 - максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 7
 - максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 23

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **экзамен**.

Форма проведения экзамена: тест.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

ПК-3:

1. Какие оптические параметры входят в уравнение переноса теплового излучения?
2. Какие метеорологические величины входят в уравнение переноса теплового излучения?
3. В каких пределах может изменяться излучательная способность подстилающей поверхности?
4. Что такое «окна» прозрачности атмосферы?
5. Где в ИК области спектра расположены «окна» прозрачности атмосферы?
6. Где в ИК области спектра расположены полосы поглощения углекислого газа?
7. Где в ИК области спектра расположены полосы поглощения водяного пара?
8. Измерения уходящего излучения в каких участках ИК области спектра используются для дистанционного измерения температуры подстилающей поверхности?
9. Измерения уходящего излучения в каких участках ИК области спектра используются для дистанционного измерения вертикального профиля температуры?
10. Какой параметр используется для оценки корректности системы алгебраических уравнений?
11. Почему обратные задачи атмосферной оптики требуют разработки специальных методов решения.

Примеры тестовых вопросов к экзамену

1. Прямая задача атмосферной оптики – это
 - а) уравнение переноса тепловой радиации;
 - б) уравнение для расчета профиля функции пропускания атмосферы;
 - в) уравнение для расчета профиля коэффициента поглощения;

(Правильный ответ – а)

2. Обратная задача атмосферной оптики – это
 - а) уравнение переноса тепловой радиации;
 - б) уравнение для расчета профиля коэффициента поглощения;
 - в) Уравнение или система уравнений для расчета вертикальных профилей метеорологических величин.

(Правильный ответ – в)

3. Корреляционные матрицы профилей метеорологических величин используются при решении обратной задачи атмосферной оптики
 - а) методом максимальной гладкости
 - б) методом наименьших квадратов;

в) методом статистической регуляризации;

(Правильный ответ – в)

3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Распределение баллов по видам учебной работы

Таблица 5.

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	7
Контрольное расчётное задание: Расчет и анализ интенсивности уходящего излучения	5
Контрольное расчётное задание: Оценка обусловленности системы линейных алгебраических уравнений	10
Контрольное расчётное задание: Решение обратной задачи - температура подстилающей поверхности	15
Контрольное расчётное задание: : Решение обратной задачи – термическое зондирование атмосферы	25
Промежуточная аттестация	48
ИТОГО	100

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Таблица 6.

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Решение прямых и обратных задач атмосферной оптики».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. А.Д. Кузнецов, В.В. Розанов, Ю.М. Тимофеев Дистанционное зондирование атмосферы тропической зоны. — Л., изд. ЛГМИ, 1988. — 90 с.

2. А.Д. Кузнецов, О.С. Сероухова Практикум по учебным дисциплинам «Дистанционное зондирование атмосферы» и «Теория переноса излучения в жидкостях и газах». — СПб., изд-во РГГМУ, 2000. — 126 с.

3. А.В.Васильев, А.Д. Кузнецов, И.Н. Мельникова. Дистанционное зондирование окружающей среды из космоса. Практикум. — СПб., изд-во БГТУ «Военмех», 2008. — 133 с.

4. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. — СПб.: Наука, 2003 — 474 с.

5. Киселев В.Н., А.Д. Кузнецов, В.В. Розанов, Ю.М. Тимофеев Математическое обеспечение автоматизированной обработки данных аэрологических наблюдений, выполненных с помощью зарубежных измерительных систем.— Л., изд. ЛГМИ, 1989. — 106 с.

Дополнительная литература

1. Васильев А.В. , И.Н. Мельникова. Методы прикладного анализа природных измерений в окружающей среде. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т., 2009. – 369 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Электронный ресурс: Руководство по Глобальной системе наблюдений Режим доступа: <http://www.aviamet-szf.ru/wp-content/uploads/2014/02/Руководство-по-глобальной-системе-наблюдений.pdf>

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Комплект специальных программ, написанных на языке VB в среде Excel

8.4. Перечень информационных справочных систем

Информационные справочные системы не используются

8.5. Перечень профессиональных баз данных

Профессиональные базы данных не используются

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспеченностью доступа к архиву метеорологических карт и наблюдений

1. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
2. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
3. **Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

10. 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.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.