

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению
подготовки


05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Прикладная метеорология

Квалификация:
Магистр

Форма обучения
Очная/Заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Прикладная метеорология»


Дробжева Я.В.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
11 06 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
30 05 2019 г., протокол № 9
Зав. кафедрой _____ Кузнецов А.Д.

Авторы-разработчики:
_____ Кузнецов А.Д.

Санкт-Петербург 2019

Составил: А.Д. Кузнецов, доктор физико-математических наук, профессор кафедры экспериментальной физики атмосферы, РГГМУ

Ответственный редактор: Л.И. Дивинский, доктор физико-математических наук, профессор.

© А.Д. Кузнецов, 2019.
© РГГМУ, 2019.

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Дистанционные методы зондирования атмосферы» – подготовка магистров, 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 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 ОПОП

Дисциплина «Дистанционные методы зондирования атмосферы» для направления подготовки 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки «Прикладная метеорология» относится к дисциплинам вариативной части общепрофессионального цикла.

Для освоения данной дисциплиной, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин, изучаемых при подготовке бакалавра: «Математика», «Физика», «Информатика», «Инженерная графика», «Физика атмосферы», «Методы зондирования окружающей среды», «Космическая метеорология»; и дисциплин «Информационно-измерительные системы в гидрометеорологии», «Специальные методы гидрометизмерений».

Параллельно с дисциплиной «Дистанционные методы зондирования атмосферы» изучаются «Специальные главы физики атмосферы, океана и вод суши», «Прогноз стихийных бедствий», «Спутниковый анализ режима увлажнения».

Дисциплина «Дистанционные методы зондирования атмосферы» является базовой для освоения дисциплины «Дистанционные методы исследования природной среды».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Дистанционные методы зондирования атмосферы» формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Компетенция
ОК-3	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1	Готовность к коммуникации и представлению результатов в устной и письменной формах на русском и иностранном языках при решении задач профессиональной деятельности
ПК-1	Понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин
ПК-4	Готовность использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах

В результате изучения дисциплины «Дистанционные методы зондирования атмосферы» обучающийся должен:

Знать:

- физические основы измерения собственного электромагнитного излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера;
- математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики;
- аппаратурные средства дистанционного зондирования окружающей среды;
- методы дистанционного зондирования атмосферы;
- избранную предметную область исследований;
- современное состояние и мировой уровень исследований в выбранной области гидрометеорологии;
- научные монографии, обзоры литературы, базы данных сети Интернет, основные статьи в главных международных журналах и в отечественной научной периодике по теме исследования;
- требования, предъявляемые к оформлению выпускной квалификационной работы и ее автореферата, подготовленных по результатам выполненных исследований;

Уметь:

- анализировать данные дистанционного зондирования окружающей среды;
- осуществлять численные эксперименты с использованием специализированных программ;
- найти в Интернете и импортировать требуемую гидрометеорологическую информацию;
- выполнять комплексную научно-исследовательскую работу по дистанционному зондированию окружающей среды;
- выполнять комплексную научно-исследовательскую работу;
- сформулировать тему планируемого исследования и обосновать ее актуальность;
- грамотно оформлять полученные результаты проведенных исследований;

Владеть:

- методами интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного зондирования окружающей среды,
- методами анализа временных рядов, получаемых в ходе дистанционного зондирования окружающей среды,
- навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами;
- навыками работы с электронными базами данных;
- знаниями, касающимися объекта научных исследований;
- навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой по дисциплине «Дистанционное зондирование окружающей среды»;
- методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Дистанционные методы зондирования атмосферы» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенц ии*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 минимальный	4 базовый	5 продвинутый
Второй этап (уровень) (ОК-3)	<p>Владеть: - современными количественными и качественными технологиями в научных исследованиях; -знаниями, касающимися объекта научных исследований; -навыками самостоятельной работы со специализированной литературой.</p> <p>Уметь: -анализировать полученные результаты с целью получения информации о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды; -пользоваться электронными архивами данных.</p> <p>Знать: - научные монографии, обзоры литературы, базы</p>	<p>Не владеет: - современными количественными и качественными технологиями в научных исследованиях; -знаниями, касающимися объекта научных исследований; -навыками самостоятельной работы со специализированной литературой.</p> <p>Не умеет: -анализировать полученные результаты с целью получения информации о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды; -пользоваться электронными архивами данных.</p> <p>Не знает: - научные монографии, обзоры литературы, базы данных сети</p>	<p>Недостаточно владеет: - современными количественными и качественными технологиями в научных исследованиях; -знаниями, касающимися объекта научных исследований; -навыками самостоятельной работы со специализированной литературой.</p> <p>Затрудняется: -анализировать полученные результаты с целью получения информации о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды; -пользоваться электронными архивами данных.</p> <p>Плохо описывает: - научные монографии, обзоры литературы, базы</p>	<p>Хорошо владеет: - современными количественными и качественными технологиями в научных исследованиях; -знаниями, касающимися объекта научных исследований; -навыками самостоятельной работы со специализированной литературой.</p> <p>Умеет с помощью преподавателя: -анализировать полученные результаты с целью получения информации о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды; -пользоваться электронными архивами данных.</p> <p>Хорошо знает: - научные монографии, обзоры литературы, базы</p>	<p>Уверенно владеет: - современными количественными и качественными технологиями в научных исследованиях; -знаниями, касающимися объекта научных исследований; -навыками самостоятельной работы со специализированной литературой.</p> <p>Умеет самостоятельно: -анализировать полученные результаты с целью получения информации о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды; -пользоваться электронными архивами данных.</p> <p>Свободно описывает: - научные монографии, обзоры литературы, базы</p>

	данных сети Интернет, основные статьи в главных международных журналах и в отечественной научной периодике по теме исследования	Интернет, основные статьи в главных международных журналах и в отечественной научной периодике по теме исследования	данных сети Интернет, основные статьи в главных международных журналах и в отечественной научной периодике по теме исследования	данных сети Интернет, основные статьи в главных международных журналах и в отечественной научной периодике по теме исследования	данных сети Интернет, основные статьи в главных международных журналах и в отечественной научной периодике по теме исследования
Второй этап (уровень) (ОПК-1)	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами; -навыками работы с электронными базами данных. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - найти в Интернете и импортировать требуемую гидрометеорологическую информацию; -выполнять комплексную научно-исследовательскую работу по дистанционному зондированию окружающей среды. <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы дистанционного зондирования атмосферы 	<p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами; -навыками работы с электронными базами данных <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - найти в Интернете и импортировать требуемую гидрометеорологическую информацию; -выполнять комплексную научно-исследовательскую работу по дистанционному зондированию окружающей среды. <p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы дистанционного зондирования атмосферы 	<p>Недостаточно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами; -навыками работы с электронными базами данных <p>Затрудняется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - найти в Интернете и импортировать требуемую гидрометеорологическую информацию; -выполнять комплексную научно-исследовательскую работу по дистанционному зондированию окружающей среды. <p>Плохо описывает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы дистанционного зондирования атмосферы 	<p>Хорошо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами; -навыками работы с электронными базами данных <p>Умеет с помощью преподавателя:</p> <ul style="list-style-type: none"> - найти в Интернете и импортировать требуемую гидрометеорологическую информацию; -выполнять комплексную научно-исследовательскую работу по дистанционному зондированию окружающей среды. <p>Хорошо знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы дистанционного зондирования атмосферы 	<p>Уверенно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами; -навыками работы с электронными базами данных <p>Умеет самостоятельно:</p> <ul style="list-style-type: none"> - найти в Интернете и импортировать требуемую гидрометеорологическую информацию; -выполнять комплексную научно-исследовательскую работу по дистанционному зондированию окружающей среды. <p>Свободно излагает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы дистанционного зондирования атмосферы
Второй этап (уровень) (ПК-1)	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой по дисциплине «Дистанционное зондирование окружающей среды»; 	<p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой по дисциплине «Дистанционное зондирование окружающей среды»; 	<p>Недостаточно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой по дисциплине «Дистанционное зондирование окружающей 	<p>Хорошо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой по дисциплине «Дистанционное зондирование окружающей 	<p>Уверенно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой по дисциплине «Дистанционное зондирование окружающей

<p>- методами поиска необходимой Гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять комплексную научно-исследовательскую работу; - сформулировать тему планируемого исследования и обосновать ее актуальность; - грамотно оформлять полученные результаты проведенных исследований. <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современное состояние и мировой уровень исследований в выбранной области гидрометеорологии; - научные монографии, обзоры литературы, базы данных сети Интернет, основные статьи в главных международных журналах и в отечественной научной периодике по теме исследования; - требования, предъявляемые к оформлению выпускной квалификационной работы и ее автореферата, 	<p>- методами поиска необходимой Гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.</p> <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять комплексную научно-исследовательскую работу; - сформулировать тему планируемого исследования и обосновать ее актуальность; - грамотно оформлять полученные результаты проведенных исследований. <p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современное состояние и мировой уровень исследований в выбранной области гидрометеорологии; - научные монографии, обзоры литературы, базы данных сети Интернет, основные статьи в главных международных журналах и в отечественной научной периодике по теме исследования; - требования, предъявляемые к оформлению выпускной квалификационной работы и ее автореферата, подготовленных по 	<p>среды»;</p> <p>- методами поиска необходимой Гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.</p> <p>Затрудняется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять комплексную научно-исследовательскую работу; - сформулировать тему планируемого исследования и обосновать ее актуальность; - грамотно оформлять полученные результаты проведенных исследований. <p>Плохо описывает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современное состояние и мировой уровень исследований в выбранной области гидрометеорологии; - научные монографии, обзоры литературы, базы данных сети Интернет, основные статьи в главных международных журналах и в отечественной научной периодике по теме исследования; - требования, предъявляемые к оформлению выпускной квалификационной работы 	<p>среды»;</p> <p>- методами поиска необходимой Гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.</p> <p>Умеет с помощью преподавателя:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять комплексную научно-исследовательскую работу; - сформулировать тему планируемого исследования и обосновать ее актуальность; - грамотно оформлять полученные результаты проведенных исследований. <p>Хорошо знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современное состояние и мировой уровень исследований в выбранной области гидрометеорологии; - научные монографии, обзоры литературы, базы данных сети Интернет, основные статьи в главных международных журналах и в отечественной научной периодике по теме исследования; - требования, предъявляемые к оформлению выпускной квалификационной работы 	<p>среды»;</p> <p>- методами поиска необходимой Гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.</p> <p>Умеет самостоятельно:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять комплексную научно-исследовательскую работу; - сформулировать тему планируемого исследования и обосновать ее актуальность; - грамотно оформлять полученные результаты проведенных исследований. <p>Свободно излагает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современное состояние и мировой уровень исследований в выбранной области гидрометеорологии; - научные монографии, обзоры литературы, базы данных сети Интернет, основные статьи в главных международных журналах и в отечественной научной периодике по теме исследования; - требования, предъявляемые к оформлению выпускной квалификационной работы
--	--	---	---	---

<p>Второй этап (уровень) ПК-4</p>	<p>подготовленных по результатам выполненных исследований.</p> <p>Владеть: - методами интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного зондирования окружающей среды, - методами анализа временных рядов, получаемых в ходе дистанционного зондирования окружающей среды.</p> <p>Уметь: - анализировать данные дистанционного зондирования окружающей среды; - осуществлять численные эксперименты с использованием специализированных программ; -выполнять комплексную научно-исследовательскую работу по дистанционному зондированию окружающей среды.</p> <p>Знать: - физические основы</p>	<p>результатам выполненных исследований.</p> <p>Не владеет: - методами интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного зондирования окружающей среды, - методами анализа временных рядов, получаемых в ходе дистанционного зондирования окружающей среды.</p> <p>Не умеет: - анализировать данные дистанционного зондирования окружающей среды; - осуществлять численные эксперименты с использованием специализированных программ; -выполнять комплексную научно-исследовательскую работу по дистанционному зондированию окружающей среды.</p> <p>Не знает: - физические основы</p>	<p>и ее автореферата, подготовленных по результатам выполненных исследований.</p> <p>Недостаточно владеет: - методами интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного зондирования окружающей среды, - методами анализа временных рядов, получаемых в ходе дистанционного зондирования окружающей среды.</p> <p>Затрудняется: - анализировать данные дистанционного зондирования окружающей среды; - осуществлять численные эксперименты с использованием специализированных программ; -выполнять комплексную научно-исследовательскую работу по дистанционному зондированию окружающей среды.</p> <p>Плохо описывает: - физические основы</p>	<p>и ее автореферата, подготовленных по результатам выполненных исследований.</p> <p>Хорошо владеет: - методами интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного зондирования окружающей среды, - методами анализа временных рядов, получаемых в ходе дистанционного зондирования окружающей среды.</p> <p>Умеет с помощью преподавателя: - анализировать данные дистанционного зондирования окружающей среды; - осуществлять численные эксперименты с использованием специализированных программ; -выполнять комплексную научно-исследовательскую работу по дистанционному зондированию окружающей среды.</p> <p>Хорошо знает: - физические основы</p>	<p>и ее автореферата, подготовленных по результатам выполненных исследований.</p> <p>Уверенно владеет: - методами интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного зондирования окружающей среды, - методами анализа временных рядов, получаемых в ходе дистанционного зондирования окружающей среды.</p> <p>Умеет самостоятельно: - анализировать данные дистанционного зондирования окружающей среды; - осуществлять численные эксперименты с использованием специализированных программ; -выполнять комплексную научно-исследовательскую работу по дистанционному зондированию окружающей среды.</p> <p>Свободно описывает: - физические основы</p>
--	---	--	--	--	---

<p>измерения собственного электромагнитного излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера;</p> <p>- аппаратные средства дистанционного зондирования окружающей среды;</p> <p>- методы дистанционного зондирования атмосферы.</p> <p>- математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики.</p>	<p>измерения собственного электромагнитного излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера;</p> <p>- аппаратные средства дистанционного зондирования окружающей среды;</p> <p>- методы дистанционного зондирования атмосферы.</p> <p>- математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики.</p>	<p>измерения собственного электромагнитного излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера;</p> <p>- аппаратные средства дистанционного зондирования окружающей среды;</p> <p>- методы дистанционного зондирования атмосферы.</p> <p>- математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики.</p>	<p>измерения собственного электромагнитного излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера;</p> <p>- аппаратные средства дистанционного зондирования окружающей среды;</p> <p>- методы дистанционного зондирования атмосферы.</p> <p>- математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики.</p>	<p>измерения собственного электромагнитного излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера;</p> <p>- аппаратные средства дистанционного зондирования окружающей среды;</p> <p>- методы дистанционного зондирования атмосферы.</p> <p>- математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики.</p>	<p>измерения собственного электромагнитного излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера;</p> <p>- аппаратные средства дистанционного зондирования окружающей среды;</p> <p>- методы дистанционного зондирования атмосферы.</p> <p>- математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики.</p>
--	--	--	--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины 2 зачетных единиц, 72 часа.

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения 2019 г. набора	Заочная форма обучения 2019 г. набора
Общая трудоемкость дисциплины	72	
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	28	8
в том числе:		
лекции	14	2
практические занятия	14	6
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	44	64
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	

4.1. Структура дисциплины

Очное обучение (2019 г. набора)

№ 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,	Формируемые компетенции
			Лекции	Практические занятия	Самост. работа			
1	Теория переноса электромагнитного излучения	2	2	2	4	Прием и проверка отчета по практической работе Собеседование	4	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
2	Формы уравнения переноса ИК-излучения	2	2	2	8	Прием и проверка отчета по практической работе Собеседование	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
3	Прямая и обратная задачи атмосферной оптики	2	2	2	4	Прием и проверка отчета по практической работе Собеседование	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
4	Взаимодействие молекул атмосферных газов и радиации	2	2	2	6	Прием и проверка отчета по практической работе Собеседование	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4

5	Математические аспекты решения обратных задач дистанционного зондирования окружающей среды	2	2	2	10	Прием и проверка отчета по практической работе Собеседование	4	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
6	Методы решения уравнения переноса в ИК-области спектра	2	2	2	6	Прием и проверка отчета по практической работе Собеседование	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
7	Термическое зондирование атмосферы из космоса	2	2	2	6	Прием и проверка отчета по практической работе Собеседование	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
ИТОГО			14	14	44		18	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета						72 часа		

Заочное обучение
(2019 г. набора)

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме,	Формируемые компетенции
			Лекции	Практические занятия	Самост. работа			
1	Теория переноса электромагнитного излучения. Формы уравнения переноса ИК-излучения. Прямая и обратная задачи атмосферной оптики.	2	2	0	30	Прием и проверка отчета по практической работе Собеседование	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
2	Взаимодействие молекул атмосферных газов и радиации	2	0	2	10	Прием и проверка отчета по практической работе Собеседование	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
3	Математические аспекты решения обратных задач дистанционного зондирования окружающей среды.	2	0	2	20	Прием и проверка отчета по практической работе Собеседование	6	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4

	Методы решения уравнения переноса в ИК-области спектра.							
4	Термическое зондирование атмосферы из космоса	2	0	2	4	Прием и проверка отчета по практической работе Собеседование	-	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
	ИТОГО		2	6	64		10	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета						72 часа		

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Теория переноса электромагнитного излучения

Основные сведения из теории формирования собственного теплового излучения. Количественные характеристики. Абсолютно черное тело. Функция Планка, законы Вина и Стефана-Больцмана. Основные сведения из теории переноса излучения. Физические основы взаимодействия излучения с веществом и количественные характеристики, используемые для описания такого взаимодействия. Вывод уравнения переноса излучения в общем случае.

4.2.2. Формы уравнения переноса ИК-излучения

Интегро-дифференциальное уравнение переноса излучения для системы подстилающая поверхность-атмосфера.. Характеристика различных диапазонов спектра с точки зрения решения задач дистанционного зондирования атмосферы. Математические аспекты решения задач переноса излучения в атмосфере. Формы уравнения переноса излучения в ИК-области при отсутствии рассеяния в безоблачной атмосфере. Формы уравнения переноса излучения в ИК-области при наличии облачности. Методика расчета интенсивности уходящего ИК-излучения в безоблачной и облачной атмосфере.

4.2.3. Прямая и обратная задачи атмосферной оптики

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 рассеяние.

4.2.4. Взаимодействие молекул атмосферных газов и радиации.

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

4.2.5. Математические аспекты решения обратных задач дистанционного зондирования окружающей среды

Понятие корректно поставленных и некорректно поставленных задач. Система линейных алгебраических уравнений и их обусловленность. Определение устойчивости

решения системы линейных алгебраических уравнений. Методы решения некорректных задач атмосферной оптики: проекционные, регуляризации, статистические оценки. Метод Монте-Карло для решения задачи переноса излучения в атмосфере с учетом рассеяния.

4.2.6. Методы решения уравнения переноса в ИК области спектра.

Реализация решения обратной задачи для дистанционного зондирования температуры подстилающей поверхности. Реализация решения обратной задачи для дистанционного зондирования высотного профиля температуры, метод статистической регуляризации и метод максимальной гладкости. Реализация проекционного метода решения задачи термического зондирования с использованием собственных векторов корреляционной матрицы температуры (проекционный метод).

4.2.7. Термическое зондирование атмосферы из космоса

Характеристика различных диапазонов спектра и их связь с решением задач дистанционного зондирования окружающей среды. Чувствительности собственного теплового излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера к вариациям различных атмосферных величин, ее связь с решением обратных задач дистанционного мониторинга состояния окружающей среды.

4.3. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Исследование свойств абсолютно черного тела излучения реальных тел	Практическая работа	ОПК-1 ПК-1, ПК-4
2	2, 3	Решение прямой задачи переноса ИК-излучения в системе подстилающая поверхность-атмосфера	Практическая работа	ОПК-1 ПК-1, ПК-4
3	4, 5	Использование параметров тонкой структуры линий поглощения атмосферных газов для расчета коэффициента поглощения	Практическая работа	ОПК-1 ПК-1, ПК-4
4	6, 7	Исследование влияния погрешности в задании исходных данных на точности дистанционного восстановления температуры подстилающей поверхности	Практическая работа	ОПК-1 ПК-1, ПК-4
5	7	Дистанционное восстановление профиля температуры с использованием метода регуляризации и метода максимальной гладкости	Практическая работа	ОПК-1 ПК-1, ПК-4

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. Прием и проверка отчета по практической работе

5.1.2. Собеседование

а) Образцы заданий текущего контроля

Пример вопросов по теме практической работы

Раздел 1 Теория переноса электромагнитного излучения

1. Какие параметры необходимо задать для расчета интенсивности излучения АЧТ?
2. При одной и той же температуре интенсивности излучения на заданной волне больше у АЧТ или реального тела?
3. В каких пределах может изменять излучательная способность реального тела?
4. В каких единицах измеряется излучательная способность реального тела?
5. Как можно измерить излучательную способность реального тела на заданной длине волны?

Пример вопросов для собеседования

Раздел 1 Теория переноса электромагнитного излучения

1. Чем обусловлено наличие собственного теплового излучения.
2. Фундаментальное соотношение теории собственного теплового излучения.
3. Виды излучателей, характеризующие эффективность излучения тепловых источников.

Раздел 2 Формы уравнения переноса ИК-излучения

1. Важнейшая характеристика отражения солнечного излучения от подстилающей поверхности, ее физический смысл.
2. Отличие форм уравнения переноса излучения в ИК-области при отсутствии рассеяния в безоблачной атмосфере при наличии облачности.

б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение рефератов и докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

в) Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

Выполнение курсовых работ 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, изучить основную и дополнительную литературу, презентации лекций и практических работ. Освоение материалом и выполнение практических работ проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

5.3. Промежуточный контроль – зачет.

Перечень вопросов к зачету

1. Оптические характеристики, используемые для количественного описания собственного теплового излучения.
2. Механизм формирования собственного теплового излучения.
3. Абсолютно черное тело и функция Планка.
4. Законы Вина и Стефана-Больцмана.
5. Спектральные линии и параметры тонкой структуры спектральных линий.
6. Контур спектральной линии и механизмы их уширения.
7. Спектры поглощения атмосферных газов.
8. Функция пропускания атмосферы и методы ее расчета.
9. Уравнение переноса излучения.
10. Формулировка прямой и обратной задачи атмосферной оптики.
11. Характеристика различных диапазонов спектра и их связь с решением задач дистанционного зондирования окружающей среды.
12. Математические аспекты решения обратных задач дистанционного зондирования.
13. Методы регуляризации решения.
14. Анализ ядер интегральных уравнений.
15. Особенности измерения высотных профилей метеорологических величин при дистанционном зондировании.
16. Классификация аппаратных средств, используемых для дистанционного зондирования окружающей среды.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Васильев А.В., Кузнецов А.Д., Мельникова И.Н. Дистанционное зондирование окружающей среды из космоса. // Изд. Балт. гос. техн. ун-т. – СПб, 2008.- 133 с
2. Владимиров, В.М. Дистанционное зондирование Земли[Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, О. А. Дубровская [и др.] ; ред. В. М. Владимиров. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 196 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506009>

б) дополнительная литература:

1. Кузнецов А.Д., Розанов В.В., Тимофеев Ю.М. Дистанционное зондирование атмосферы тропической зоны. - Л., изд. ЛГМН, 1988, с. 90. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-213181941.pdf
2. Ку-Нан Лиоу. Основы радиационных процессов в атмосфере. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 376 с.
3. 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.

в) рекомендуемые интернет-ресурсы.

1. Электронный ресурс: Теория переноса излучения. Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_mathematics/3906/ПЕРЕНОСА
2. Электронный ресурс: Физическая энциклопедия – Режим доступа: http://femto.com.ua/articles/part_2/2802.html
3. Электронный ресурс: Теория рассеяния – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Рассеяние_света_сферической_частицей
Режим доступа: <http://meteorologist.ru/teoriya-mi.html>

Режим доступа: <http://vzgljadnamir.narod.ru/biblioteka/Zvereva/VMSS09.htm>

Режим доступа: <http://pandia.ru/text/78/536/48690.php>

г) программное обеспечение

windows 7 47049971 18.06.2010

office 2013 62398416 11.09.2013

(12 шт)

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

д) профессиональные базы данных

база данных Web of Science

база данных Scopus

электронно-библиотечная система elibrary

е) информационные справочные системы:

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>

2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (разделы № 1-7)	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. 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. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет
Практические занятия (разделы №1-7)	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Работа с конспектом лекций, подготовка отчета по практической работе
Индивидуальные задания	Составление отчетов по практическим работам с использованием текстового редактора «Word» и пакета «Excel», анализ полученных результатов.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету и т.д.

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

Раздел дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
№ 1-7	<u>информационные технологии</u> 1. чтение лекций и проведение практических работ с использованием слайд-презентаций, 2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты <u>образовательные технологии</u> 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента 2. сочетание индивидуального и коллективного обучения 3. проведение тестирования	1. Пакет Microsoft Word, Excel, PowerPoint. 2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru 3. Электронно-библиотечная система Znanium http://znanium.com

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. **Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2. **Учебная аудитории 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 обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
5. **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.

Лист изменений

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2020/2021 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры экспериментальной физики атмосферы от 30.05.2020 г. № 9