

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

**ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы подготовки кадров высшей квалификации по
направлению подготовки

05.06.01 «Науки о Земле»

Направленность (профиль):
Метеорология, климатология, агрометеорология

Квалификация:
Исследователь. Преподаватель-исследователь

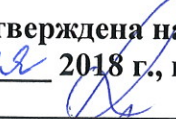
Форма обучения
Очная/заочная



Согласовано
Руководитель ОПОП
«Метеорология, климатология,
агрометеорология»


Погорельцев А.И.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
19 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
15 февраля 2018 г., протокол № 6
Зав. кафедрой  Кузнецов А.Д.

Авторы-разработчики:
 Кузнецов А.Д.
 Дивинский Л.И.

Санкт-Петербург 2018

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

Ответственный редактор: Л.И. Дивинский, доктор физико-математических наук, профессор, декан метеорологического факультета РГГМУ.

© А.Д. Кузнецов, 2018.
© РГГМУ, 2018.

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Дистанционные методы и средства мониторинга окружающей среды» относится к группе дисциплин по выбору аспиранта в разделе «Обязательные дисциплины» образовательной составляющей аспирантской программы послевузовского профессионального образования по научной специальности 05.06.01 – Науки о Земле, профиль - «Метеорология, климатология, агрометеорология».

Цель дисциплины «Дистанционные методы и средства мониторинга окружающей среды» – подготовка специалистов, владеющих знаниями в объёме, необходимом для глубокого понимания роли дистанционных методов зондирования системы подстилающая поверхность-атмосфера в осуществлении мониторинга состояния окружающей среды на основе использования технических средств наземного и космического базирования.

Основные задачи дисциплины «Дистанционные методы и средства мониторинга окружающей среды» связаны с освоением:

- физических основ методов дистанционного зондирования, основанных на интерпретации данных измерений интенсивности электромагнитного излучения системы подстилающая поверхность-атмосфера;
- математических методов решения прямой и обратной задач атмосферной оптики;
- принципиальных схем устройства технических средств, используемых для дистанционного зондирования окружающей среды.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Дистанционные методы и средства мониторинга окружающей среды» для направления подготовки 05.06.01 – «Науки о Земле» относится к дисциплинам по выбору вариативной части программы аспирантуры.

Основные разделы курса «Дистанционные методы и средства мониторинга окружающей среды» требуют знаний в области прикладных метеорологических дисциплин: «Дистанционное зондирование атмосферы», «Теория переноса электромагнитного излучения в газах», «Методы зондирования окружающей среды», «Методы и средства гидрометеорологических измерений».

Дисциплина «Дистанционные методы и средства мониторинга окружающей среды» включает в себя самостоятельное изучение современных представлений о физических механизмах формирования собственного электромагнитного излучения системой подстилающая поверхность-атмосфера, методами обработки данных дистанционного зондирования окружающей среды. Степень усвоения материала дисциплины контролируется преподавателем (научным руководителем) в формате практических занятий.

Навыки, полученные в ходе изучения дисциплины «Дистанционные методы и средства мониторинга окружающей среды», используются при изучении дисциплин «Метеорология, климатология, агрометеорология», в ходе научно-исследовательской работы, педагогической практики, а также в процессе подготовки научно-квалификационной работы (диссертации).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Дистанционные методы и средства мониторинга окружающей среды» формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ПК-2	Понимание и творческое использование знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных метеорологических дисциплин
ПК-3	Способность формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований
ПК-7	Способность обобщать результаты исследований для их практического применения в хозяйственной деятельности
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

В результате изучения дисциплины «Дистанционные методы и средства мониторинга окружающей среды» аспирант должен:

Знать:

- физические закономерности формирования собственного электромагнитного излучения системой подстилающая поверхность-атмосфера;
- математические аспекты решения прямой и обратной задач атмосферной оптики.
- аппаратные средства дистанционного зондирования окружающей среды наземного и космического базирования.

Уметь:

- анализировать данные дистанционного зондирования окружающей среды;
- осуществлять численные эксперименты на ПЭВМ с использованием специализированных программ ;
- работать с научной и учебной литературой для составления обзоров по заданной тематике.

Владеть:

- методиками интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного зондирования окружающей среды,
- методами анализа временных рядов, получаемых в ходе дистанционного зондирования окружающей среды,
- способами разработки методики проведения замкнутых численных экспериментов, необходимых для оценки возможностей методов дистанционного зондирования окружающей среды.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Дистанционные методы и средства мониторинга окружающей среды» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенцией планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции	
базовый	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументировано излагает материал
	Выделяет и сравнивает концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументировано проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	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
	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 трудоемкость дисциплины 5 зачетных единиц, 180 часов.

Объём дисциплины Форма обучения	Всего часов	
	очная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	180 часов	
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	36	8
в том числе:		
лекции	-	4
практические занятия	36	4
семинарские занятия	-	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	144	172
в том числе:		
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Зачет	

4.1. Структура дисциплины

Очное обучение
2018, 2017, 2016 года 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	Семинар Лаборат. Практич.	Самост. работа			
1	Теория формирования собственного теплового излучения подстилающей поверхностью	3	0	6	24	Опрос перед выполнением расчетного задания, отчет по результатам выполнения расчетного задания	1	ОПК-1 ПК-2 ПК-3 УК-1
2	Теория взаимодействия электромагнитного излучения с атмосферными газами	3	0	8	36	Опрос по теме при сдаче зачета	1	ОПК-1 ПК-2 ПК-7 УК-5
3	Прямая и обратные задачи атмосферной оптики	3	0	6	17	Опрос перед выполнением расчетного задания, отчет по результатам расчетного задания	2	ОПК-1 ПК-1 ПК-3 УК-1
4	Решение обратных задач, связанных с дистанционным зондированием окружающей среды	3	0	12	20	Опрос перед выполнением расчетного задания, отчет по результатам расчетного задания	1	ОПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 УК-5
5	Аппаратурные средства дистанционного зондирования окружающей среды	3	0	4	20	Опрос по теме при сдаче зачета	1	ОПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 УК-5
	ИТОГО			36	117		6	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета (27 часов)						180 часов		

Заочное обучение

№ 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	Семинар Практич.	Самост. работа			
1	Теория формирования собственного теплового излучения подстилающей поверхности	3	1	0	30	Вопросы на лекции, опрос по теме при сдаче зачета	0	ОПК-1 ПК-2 ПК-3 УК-1
2	Теория взаимодействия электромагнитного излучения с атмосферными газами	3	1	0	30	Вопросы на лекции, опрос по теме при сдаче зачета	0	ОПК-1 ПК-2 ПК-7 УК-5
3	Прямая и обратные задачи атмосферной оптики.	3	0.5	2	30	Вопросы на лекции, опрос по теме при сдаче зачета, опрос перед выполнением расчетного задания, отчет по результатам расчетного задания	0	ОПК-1 ПК-1 ПК-3 УК-1
4	Решение обратных задач, связанных с дистанционным зондированием окружающей среды	3	1	2	30	Вопросы на лекции, опрос по теме при сдаче зачета, опрос перед выполнением расчетного задания, отчет по результатам расчетного задания	0	ОПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 УК-5
5	Аппаратурные средства дистанционного зондирования окружающей среды	3	0.5	0	25	Вопросы на лекции, опрос по теме при сдаче зачета	0	ОПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 УК-5
	ИТОГО		4	4	145			
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета (27 часов)						180 часов		

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. Теория формирования собственного теплового излучения подстилающей поверхности

Основные сведения из теории формирования собственного теплового излучения. Количественные характеристики Абсолютно черное тело. Функция Планка, законы Вина и Стефана-Больцмана.

4.2.2. Теория взаимодействия электромагнитного излучения с атмосферными газами.

Физические основы взаимодействия излучения с атмосферными газами. Спектры поглощения атмосферных газов. Спектральные линии. Контур спектральной линии. Уширение спектральной линии. Функция пропускания атмосферы и методы ее расчета. Уравнение переноса излучения.

4.2.3. Прямая и обратные задачи атмосферной оптики.

Прямая и обратная задачи атмосферной оптики. 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.

4.2.4. Решение обратных задач, связанных с дистанционным зондированием окружающей среды.

Некорректность обратных задач атмосферной оптики. Математические аспекты решения обратных задач дистанционного зондирования. Методы регуляризации решения. Анализ ядер интегральных уравнений при решении задач термического зондирования и дистанционного измерения газового состава атмосферы. Оптимизация эксперимента. Особенности измерения высотных профилей метеорологических величин при дистанционном зондировании. Комплексный характер решения обратных задач дистанционного зондирования атмосферы и подстилающей поверхности. Примеры интерпретации данных натурных экспериментов, сопоставление результатов прямых и косвенных (дистанционных) измерений.

4.2.5. Аппаратурные средства дистанционного зондирования окружающей среды.

Классификация аппаратурных средств, используемых для дистанционного зондирования окружающей среды. Аппаратурные средства космического базирования. Наземные средства дистанционного зондирования. Результаты использования аппаратурных средств дистанционного зондирования окружающей среды.

4.3. Практические занятия, их содержание

очная форма обучения				
№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Теория формирования собственного теплового излучения подстилающей поверхности	Практические занятия	ОПК-1, УК-1 ПК-2, ПК-3
2	2	Теория взаимодействия электромагнитного излучения с	Практические занятия	ОПК-1, УК-5 ПК-2, ПК-7

		атмосферными газами		
3	3	Прямая и обратные задачи атмосферной оптики.	Практические занятия	ОПК-1, УК-1 ПК-3
4	4	Решение обратных задач, связанных с дистанционным зондированием окружающей среды	Практические занятия	ОПК-1 ПК-2, ПК-3 ПК-7 УК-5
5	5	Аппаратурные средства дистанционного зондирования окружающей среды	Практические занятия	ОПК-1 ПК-2, ПК-3 ПК-7 УК-5

заочная форма обучения				
№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	3	Прямая и обратные задачи атмосферной оптики.	Практические занятия	ОПК-1, УК-1 ПК-1, ПК-3
2	4	Решение обратных задач, связанных с дистанционным зондированием окружающей среды	Практические занятия	ОПК-1, УК-5 ПК-2, ПК-3 ПК-7

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, результаты ответов оцениваются преподавателем и эти результаты учитываются при зачете в виде дополнительных вопросов.

5.1.2. Вопросы по ходу выполнения практических работ.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

Индивидуальные собеседования перед выполнением расчетных заданий.

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. Н.А. Калинин, Н.И. Толмачева; Дистанционное зондирование атмосферы /учебное пособие; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО "Пермский гос. ун-т". Пермь, 2007. <https://elibrary.ru/item.asp?id=19479335>
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://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213181941.pdf
2. 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
- 3.2. Anatoly Kuznetsov, Irina Melnikova, Dmitry Pozdnyakov, Olga Seroukhova, Alexander Vasilyev Remote sensing of the environment and radiation transfer, // Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012, 185 p.
4. Ку-Нан Лиоу. Основы радиационных процессов в атмосфере. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 376 с.
5. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. Санкт-Петербург. "Наука". 2003. 474 с.
6. Васильев А.В., Мельникова И.Н. Коротковолновое солнечное излучение в атмосфере Земли. Расчеты. Измерения. Интерпретация. Санкт-Петербург, НИИХ СПбГУ, 2002, 388с.
7. 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.
8. Шовенгердт, Р. Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.
9. Толмачева Н.И., Шкляева Л.С. Космические методы экологического мониторинга. // Перм. гос. нац. исслед. ун-т. 2-е изд. – Пермь, 2012.– 296 с
10. Толмачева Н.И. Космические методы исследований в метеорологии. Интерпретация спутниковых изображений.//Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012.– 208с

в) рекомендуемые интернет-ресурсы.

1. Электронный ресурс: <http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>
2. Электронный ресурс: <http://www.landsat.org/worldclickmap.html>

3. Электронный ресурс: <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>
4. Электронный ресурс: <http://www.eurimage.it>
5. Электронный ресурс: <http://www.spin-2.com>
6. Электронный ресурс: <http://www.spotimage.fr>, <http://www.spotimage.com>
7. Электронный ресурс: <http://ofd.ac.at>
8. Электронный ресурс: <http://www.dfd.dlr.de/welcome.html>
9. Электронный ресурс: <http://www.tentoten.co.uk>
10. Электронный ресурс: <http://coresw.com>
11. Электронный ресурс: <http://smis.iki.rssi.ru>
12. Электронный ресурс: <http://www.saa.noaa.gov/data-available.html>
13. Электронный ресурс: <http://www.sat.dundee.ac.uk>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий

Организация деятельности студента

Практические занятия	Изучение описания лабораторных работ, связанных с выполнением расчетного задания. Контроль знания материалов лекций по тематике лабораторных работ на основе индивидуальных опросов студентов.
Индивидуальные задания	Проведение расчетов на ПЭВМ Конспектирование материалов лекций по тематике лабораторных работ с использованием текстового редактора «Word». Составление отчетов по лабораторным работам с использованием текстового редактора «Word» и пакета «Excel», анализ полученных результатов.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету и экзамену 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)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1-5	<u>информационные технологии</u> 1. проведение лекций и практических занятий 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. использование баз данных	1. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint. 2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru 3. Электронно-библиотечная система Znanium http://znanium.com . 4. Электронно-библиотечная система elibrary 5. База данных Web of Science 6. База данных Scopus

	4. подготовка отчетов по практическим работам с использованием электронного офиса	
--	---	--

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

1. **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 обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
2. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
3. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
4. **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
5. **Учебная лаборатория МИИТ** – оборудованная специализированной информационно-измерительной техникой

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.