

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

**РЕШЕНИЕ ПРЯМЫХ И ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ АТМОСФЕРНОЙ  
ОПТИКИ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы магистратуры по направлению  
подготовки


**05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):  
**Моделирование атмосферных процессов**

Квалификация:  
**Магистр**

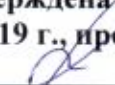
Форма обучения  
**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Моделирование атмосферных  
процессов»

  
Анискина О.Г.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

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

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

Авторы-разработчики:  
 Кузнецов А.Д.  
 Восканян К.Л.  
 Сероухова О.С.

Кузнецов А.Д. – профессор кафедры экспериментальной физики атмосферы  
Российского государственного гидрометеорологического университета,

Восканян К.Л. – доцент кафедры экспериментальной физики атмосферы Российского  
государственного гидрометеорологического университета,

Сероухова О.С. – доцент кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы  
Российского государственного гидрометеорологического университета.

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Решение прямых и обратных задач атмосферной оптики» - общетеоретическая подготовка магистров прикладной гидрометеорологии, 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.

В дисциплине излагаются методы построения уравнений формирования и переноса тепловой радиации в системе подстилающая поверхность-атмосфера (прямая задача) и методы решения этих уравнений относительно физических параметров этой системы (обратная задача).

Задача дисциплины состоит в формировании у обучающихся 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.

Распределение времени по разделам дисциплины и видам занятий выполнено с учетом сложности теоретического материала и степени его важности для подготовки магистров.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Решение прямых и обратных задач атмосферной оптики» для направления подготовки 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки «Моделирование атмосферных процессов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части образовательной программы.

Для освоения данной дисциплиной, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин, изучаемых при подготовке бакалавра: «Специальные главы физики атмосферы, океана и вод суши», «Дополнительные главы математики», «Специальные главы статистического анализа процессов и полей».

Параллельно с дисциплиной «Решение прямых и обратных задач атмосферной оптики» изучаются «Моделирование природных процессов», «Дистанционные методы исследования природной среды», «Численное моделирование переноса атмосферных примесей» и др.

Дисциплина «Решение прямых и обратных задач атмосферной оптики» может быть использована при выполнении программ научно-исследовательской работы и преддипломной практики, а так же при выполнении выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Решение прямых и обратных задач атмосферной оптики» формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Компетенция
ОК-3	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого

	потенциала
<b>ОПК-3</b>	Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ
<b>ПК-1</b>	Понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин
<b>ПК-3</b>	Умение анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность

В результате изучения дисциплины «Решение прямых и обратных задач атмосферной оптики» обучающийся должен:

Знать:

- уравнение переноса тепловой радиации;
- методы решения прямой и обратной задачи атмосферной оптики в ИК диапазоне спектра;
- способы верификации математических моделей;
- методы численного моделирования на ПЭВМ прямой и обратных задач.

Уметь:

- осуществлять численные эксперименты с использованием различных математических моделей;
- осуществлять модернизацию базовых математических моделей;
- анализировать результаты численных экспериментов.

Владеть:

- методикой планирования численных экспериментов;
- методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Решение прямых и обратных задач атмосферной оптики» сведены в таблице.

**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**

Этап (уровень) освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 минимальный	4 базовый	5 продвинутый
Второй этап (уровень) <b>(ОК-3)</b>	<p><b>Владеть:</b> - навыками самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой; - навыками работы с электронными базами гидрометеорологических данных.</p> <p><b>Уметь:</b> – использовать современные математические методы для решения прямых и обратных задач атмосферной оптики;</p> <p><b>Знать:</b> – современное состояние и мировой уровень исследований в применении математических методов к решению – использовать современные математические методы для решения прямых и обратных задач атмосферной оптики; -требования, предъявляемые к оформлению научно-исследовательских работ, включая магистерскую</p>	<p><b>Не владеет:</b> - навыками самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой; - навыками работы с электронными базами гидрометеорологических данных.</p> <p><b>Не умеет:</b> – использовать современные математические методы для решения прямых и обратных задач атмосферной оптики;</p> <p><b>Не знает:</b> – современное состояние и мировой уровень исследований в применении математических методов к решению – использовать современные математические методы для решения прямых и обратных задач атмосферной оптики; -требования, предъявляемые к оформлению научно-исследовательских работ, включая магистерскую</p>	<p><b>Недостаточно владеет:</b> - навыками самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой; - навыками работы с электронными базами гидрометеорологических данных.</p> <p><b>Затрудняется:</b> – использовать современные математические методы для решения прямых и обратных задач атмосферной оптики;</p> <p><b>Плохо описывает:</b> – современное состояние и мировой уровень исследований в применении математических методов к решению – использовать современные математические методы для решения прямых и обратных задач атмосферной оптики; -требования, предъявляемые к оформлению научно-исследовательских работ, включая магистерскую</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - навыками самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой; - навыками работы с электронными базами гидрометеорологических данных.</p> <p><b>Умеет с помощью преподавателя:</b> – использовать современные математические методы для решения прямых и обратных задач атмосферной оптики;</p> <p><b>Хорошо знает:</b> – современное состояние и мировой уровень исследований в применении математических методов к решению – использовать современные математические методы для решения прямых и обратных задач атмосферной оптики; -требования, предъявляемые к оформлению научно-исследовательских работ, включая магистерскую</p>	<p><b>Свободно владеет:</b> - навыками самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой; - навыками работы с электронными базами гидрометеорологических данных.</p> <p><b>Умеет самостоятельно:</b> – использовать современные математические методы для решения прямых и обратных задач атмосферной оптики;</p> <p><b>Свободно описывает:</b> – современное состояние и мировой уровень исследований в применении математических методов к решению – использовать современные математические методы для решения прямых и обратных задач атмосферной оптики; -требования, предъявляемые к оформлению научно-исследовательских работ, включая магистерскую</p>

	диссертацию и автореферат.	диссертацию и автореферат.	диссертацию и автореферат.	диссертацию и автореферат.	диссертацию и автореферат.
Второй этап (уровень) <b>(ОПК-3)</b>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой планирования численных экспериментов;</li> <li>- методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ;</li> <li>- современными статистическими методами и другими количественными и качественными технологиями в научных исследованиях;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять численные эксперименты с использованием различных математических моделей;</li> <li>- пользоваться электронными архивами данных</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнение переноса тепловой радиации;</li> <li>- методы численного моделирования на ПЭВМ прямой и обратных задач</li> </ul>	<p><b>Не владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой планирования численных экспериментов;</li> <li>- методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ;</li> <li>- современными статистическими методами и другими количественными и качественными технологиями в научных исследованиях;</li> </ul> <p><b>Не умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять численные эксперименты с использованием различных математических моделей;</li> <li>- пользоваться электронными архивами данных</li> </ul> <p><b>Не знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнение переноса тепловой радиации;</li> <li>- методы численного моделирования на ПЭВМ прямой и обратных задач</li> </ul>	<p><b>Затрудняется:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой планирования численных экспериментов;</li> <li>- методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ;</li> <li>- современными статистическими методами и другими количественными и качественными технологиями в научных исследованиях;</li> </ul> <p><b>Затрудняется:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять численные эксперименты с использованием различных математических моделей;</li> <li>- пользоваться электронными архивами данных</li> </ul> <p><b>Плохо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнение переноса тепловой радиации;</li> <li>- методы численного моделирования на ПЭВМ прямой и обратных задач</li> </ul>	<p><b>Хорошо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой планирования численных экспериментов;</li> <li>- методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ;</li> <li>- современными статистическими методами и другими количественными и качественными технологиями в научных исследованиях;</li> </ul> <p><b>Умеет с помощью преподавателя:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять численные эксперименты с использованием различных математических моделей;</li> <li>- пользоваться электронными архивами данных</li> </ul> <p><b>Хорошо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнение переноса тепловой радиации;</li> <li>- методы численного моделирования на ПЭВМ прямой и обратных задач</li> </ul>	<p><b>Уверенно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой планирования численных экспериментов;</li> <li>- методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ;</li> <li>- современными статистическими методами и другими количественными и качественными технологиями в научных исследованиях;</li> </ul> <p><b>Умеет самостоятельно:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять численные эксперименты с использованием различных математических моделей;</li> <li>- пользоваться электронными архивами данных</li> </ul> <p><b>Свободно излагает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнение переноса тепловой радиации;</li> <li>- методы численного моделирования на ПЭВМ прямой и обратных задач</li> </ul>
Второй этап (уровень) <b>(ПК-1)</b>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой;</li> <li>- методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.</li> </ul>	<p><b>Не владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой;</li> <li>- методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.</li> </ul>	<p><b>Недостаточно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой;</li> <li>- методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.</li> </ul>	<p><b>Хорошо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой;</li> <li>- методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.</li> </ul>	<p><b>Уверенно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой;</li> <li>- методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.</li> </ul>

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

<p><b>Второй этап (уровень) ПК-3</b></p>	<p><b>Владеть:</b> - методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; - методами интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного зондирования окружающей среды, - методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ.</p> <p><b>Уметь:</b> - осуществлять численные эксперименты с использованием специализированных программ; - осуществлять модернизацию базовых математических моделей; – анализировать результаты численных экспериментов</p> <p><b>Знать:</b> - способы верификации математических моделей; - методы численного моделирования на ПЭВМ прямой и обратных задач; - математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики.</p>	<p><b>Не владеет:</b> - методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; - методами интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного зондирования окружающей среды, - методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ.</p> <p><b>Не умеет:</b> - осуществлять численные эксперименты с использованием специализированных программ; - осуществлять модернизацию базовых математических моделей; – анализировать результаты численных экспериментов</p> <p><b>Не знает:</b> - способы верификации математических моделей; - методы численного моделирования на ПЭВМ прямой и обратных задач; - математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики.</p>	<p><b>Недостаточно владеет:</b> - методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; - методами интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного зондирования окружающей среды, - методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ.</p> <p><b>Затрудняется:</b> - осуществлять численные эксперименты с использованием специализированных программ; - осуществлять модернизацию базовых математических моделей; – анализировать результаты численных экспериментов</p> <p><b>Плохо описывает:</b> - способы верификации математических моделей; - методы численного моделирования на ПЭВМ прямой и обратных задач; - математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики.</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; - методами интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного зондирования окружающей среды, - методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ.</p> <p><b>Умеет с помощью преподавателя:</b> - осуществлять численные эксперименты с использованием специализированных программ; - осуществлять модернизацию базовых математических моделей; – анализировать результаты численных экспериментов</p> <p><b>Хорошо знает:</b> - способы верификации математических моделей; - методы численного моделирования на ПЭВМ прямой и обратных задач; - математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики.</p>	<p><b>Уверенно владеет:</b> - методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; - методами интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного зондирования окружающей среды, - методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ.</p> <p><b>Умеет самостоятельно:</b> - осуществлять численные эксперименты с использованием специализированных программ; - осуществлять модернизацию базовых математических моделей; – анализировать результаты численных экспериментов</p> <p><b>Свободно описывает:</b> - способы верификации математических моделей; - методы численного моделирования на ПЭВМ прямой и обратных задач; - математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики.</p>
--	--	---	--	--	---



#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетных единиц, 108 часа.

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения 2019 г. набора
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>42</b>
в том числе:	
лекции	<b>14</b>
практические занятия	<b>28</b>
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>66</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>зачет</b>

#### 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	Семинар Лаборат. Практич.	Самост. работа			
1	Уравнение переноса теплового излучения	3	2	4	10	Вопросы на лекции, расчетное задание, итоговый тестовый контроль	2	ОК-3 ОПК-3
2	Дистанционное измерение температуры подстилающей поверхности	3	2	6	10	Вопросы на лекции, расчетное задание, итоговый тестовый контроль	4	ОК-3 ОПК-3 ПК-1 ПК-3
3	Обратная задача - термическое зондирование атмосферы	3	2	6	14	Вопросы на лекции, расчетное задание, итоговый тестовый контроль	4	ОК-3 ОПК-3 ПК-1 ПК-3
4	Решение обратной задачи методом максимальной гладкости	3	4	6	16	Вопросы на лекции, расчетное задание, итоговый тестовый контроль	4	ОК-3 ОПК-3 ПК-1 ПК-3
5	Решение обратной задачи методом	3	4	6	16	Вопросы на лекции, итоговый тестовый	4	ОК-3 ОПК-3

	статистической регуляризации					контроль		ПК-1 ПК-3
	<b>ИТОГО</b>		<b>14</b>	<b>28</b>	<b>66</b>		<b>18</b>	
<b>всего</b>						<b>108 часов</b>		

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 4.2.1 Уравнение переноса теплового излучения

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

### 4.2.2 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.

### 4.2.3 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.

### 4.2.4 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.

### 4.2.5 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. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Расчет интенсивности уходящего теплового излучения системы подстилающая поверхность-атмосфера	Практические занятия	ОК-3 ОПК-3

2	2	Исследование влияния погрешностей в задании исходных данных на точности дистанционного измерения температуры подстилающей поверхности.	Практические занятия	ОК-3 ОПК-3 ПК-1 ПК-3
3	3	Решение обратной задачи дистанционного измерения вертикального профиля температуры методом максимальной гладкости	Практические занятия	ОК-3 ОПК-3 ПК-1 ПК-3
4	4	Решение обратной задачи дистанционного измерения вертикального профиля температуры методом статистической регуляризации.	Практические занятия	ОК-3 ОПК-3 ПК-1 ПК-3

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

### **5.1. Текущий контроль**

Опрос в форме тестовых вопросов. Прием и проверка отчета по каждой практической работе с анализом и обсуждением.

#### **а). Образец тестовых вопросов текущего контроля**

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)

#### **б). Примерная тематика рефератов для практических занятий**

Написание рефератов 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 работ на практических занятиях проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем, а при самостоятельной работе студентов им предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

### 5.3. Промежуточный контроль – зачет.

Зачет проходит в виде тестирования. Обучающемуся предлагается правильно ответить на наибольшее количество вопросов.

#### Перечень вопросов к зачету

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 зачету

1. 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)

2. 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)

### 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>

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.

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

**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](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213181941.pdf)

2. Ку-Нан Лиоу. Основы радиационных процессов в атмосфере. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 376 с.

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

4. 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

**в) рекомендуемые интернет-ресурсы.**

1. Электронный ресурс: Теория переноса излучения. Режим доступа: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_mathematics/3906/ПЕРЕНОСА](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](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](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 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

windows 7 66233003 24.12.2015

office 2010 49671955 01.02.2012

**д) профессиональные базы данных**

не используются

**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 (темы №1-5)

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

Проверка терминов, понятий, технических характеристик с помощью интернет ресурсов 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 (темы №1-5)

Конспектирование источников.

Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы.

Выполнение лабораторных работ, подготовка и сдача отчетов по лабораторным работам и другие виды работ.

#### 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)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1-5	<p><u>информационные технологии</u></p> <p>1. чтение лекций и проведение практических работ с использованием слайд-презентаций,</p> <p>2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты</p> <p><u>образовательные технологии</u></p> <p>1. интерактивное взаимодействие педагога и студента</p> <p>2. сочетание индивидуального и коллективного обучения</p> <p>3. проведение тестирования</p>	<p>1. Пакет Microsoft Word, Excel, PowerPoint.</p> <p>2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн <a href="http://elib.rshu.ru">http://elib.rshu.ru</a></p> <p>3. Электронно-библиотечная система Znanium <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a></p> <p>4. Специализированные программы «Планк», «ИзлПоверхности» и «Nimb» (выполняются в пакете «Excel»)</p> <p>5. Специализированная программа «VarTs» (выполняются в пакете «Excel»).</p> <p>6. Специализированная программа «ОператорДЗ» (выполняются в пакете «Excel»).</p> <p>7. Специализированная программа «ДЗглад» (выполняются в пакете «Excel»).</p> <p>8. Специализированная программа «ДЗрег» (выполняются в пакете «Excel»).</p>

## 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 лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2. **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
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. **Учебная лаборатория автоматической обработки результатов метеорологических измерений (АОРМИ)** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, доской, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
6. **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.