

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**

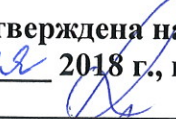
Форма обучения  
**Очная/заочная**

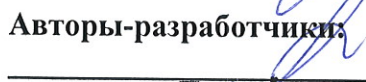

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Метеорология, климатология,  
агрометеорология»

  
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

Л.И. Дивинский, доктор физико-математических наук, профессор кафедры экспериментальной физики атмосферы

© А.Д. Кузнецов, Л.И. Дивинский, 2018.

© РГГМУ, 2018.

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Дистанционные методы и средства мониторинга окружающей среды» – подготовка выпускников, 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», профиль «Метеорология, климатология, агрометеорология» относится к дисциплинам по выбору обучающегося.

Основные разделы курса «Дистанционные методы и средства мониторинга окружающей среды» требуют знаний в области прикладных метеорологических дисциплин: «Дистанционное зондирование атмосферы», «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 обязательной дисциплины «Метеорология, климатология, агрометеорология», в ходе научно-исследовательской деятельности, 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 использованием знаний фундаментальных и

	прикладных разделов специальных метеорологических дисциплин
<b>ПК-3</b>	Способность формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований
<b>ПК-7</b>	Способность обобщать результаты исследований для их практического применения в хозяйственной деятельности
<b>УК-1</b>	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<b>УК-5</b>	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**

Компетенция	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 минимальный	4 базовый	5 продвинутый
<b>ОПК-1</b>	<b>Владеть:</b> - навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;	<b>Не владеет:</b> - навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;	<b>Слабо владеет:</b> - навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;	<b>Хорошо владеет:</b> - навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;	<b>Уверенно владеет:</b> - навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;
	<b>Уметь:</b> - выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; - осуществлять численные эксперименты на ПЭВМ с использованием специализированных программ;	<b>Не умеет:</b> - выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; - осуществлять численные эксперименты на ПЭВМ с использованием специализированных программ;	<b>Затрудняется:</b> - выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; - осуществлять численные эксперименты на ПЭВМ с использованием специализированных программ;	<b>Хорошо умеет:</b> - выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; - осуществлять численные эксперименты на ПЭВМ с использованием специализированных программ;	<b>Отлично умеет:</b> - выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; - осуществлять численные эксперименты на ПЭВМ с использованием специализированных программ;
	<b>Знать:</b> - современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности;	<b>Не знает:</b> - современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности;	<b>Плохо знает:</b> - современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности;	<b>Хорошо знает:</b> - современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности;	<b>Отлично знает:</b> - современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности;

<b>ПК-2</b>	<b>Владеть:</b> - методами получения, обработки и анализа временных рядов, получаемых в ходе дистанционного мониторинга окружающей среды;	<b>Не владеет:</b> - методами получения, обработки и анализа временных рядов, получаемых в ходе дистанционного мониторинга окружающей среды;	<b>Слабо владеет:</b> - методами получения, обработки и анализа временных рядов, получаемых в ходе дистанционного мониторинга окружающей среды;	<b>Хорошо владеет:</b> - методами получения, обработки и анализа временных рядов, получаемых в ходе дистанционного мониторинга окружающей среды;	<b>Уверенно владеет:</b> - методами получения, обработки и анализа временных рядов, получаемых в ходе дистанционного мониторинга окружающей среды;
	<b>Уметь:</b> - анализировать данные дистанционного мониторинга окружающей среды; - использовать знания фундаментальных и прикладных разделов специальных метеорологических дисциплин;	<b>Не умеет:</b> - анализировать данные дистанционного мониторинга окружающей среды; - использовать знания фундаментальных и прикладных разделов специальных метеорологических дисциплин;	<b>Затрудняется:</b> - анализировать данные дистанционного мониторинга окружающей среды; - использовать знания фундаментальных и прикладных разделов специальных метеорологических дисциплин;	<b>Хорошо умеет:</b> - анализировать данные дистанционного мониторинга окружающей среды; - использовать знания фундаментальных и прикладных разделов специальных метеорологических дисциплин;	<b>Отлично умеет:</b> - анализировать данные дистанционного мониторинга окружающей среды; - использовать знания фундаментальных и прикладных разделов специальных метеорологических дисциплин;
	<b>Знать:</b> - физические закономерности формирования собственного электромагнитного излучения системой подстилающая поверхность-атмосфера; - математические аспекты решения прямой и обратной задач атмосферной оптики;	<b>Не знает:</b> - физические закономерности формирования собственного электромагнитного излучения системой подстилающая поверхность-атмосфера; - математические аспекты решения прямой и обратной задач атмосферной оптики;	<b>Плохо знает:</b> - физические закономерности формирования собственного электромагнитного излучения системой подстилающая поверхность-атмосфера; - математические аспекты решения прямой и обратной задач атмосферной оптики;	<b>Хорошо знает:</b> - физические закономерности формирования собственного электромагнитного излучения системой подстилающая поверхность-атмосфера; - математические аспекты решения прямой и обратной задач атмосферной оптики;	<b>Отлично знает:</b> - физические закономерности формирования собственного электромагнитного излучения системой подстилающая поверхность-атмосфера; - математические аспекты решения прямой и обратной задач атмосферной оптики;
<b>ПК-3</b>	<b>Владеть:</b> - методиками интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного мониторинга окружающей среды;	<b>Не владеет:</b> - методиками интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного мониторинга окружающей среды;	<b>Слабо владеет:</b> - методиками интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного мониторинга окружающей среды;	<b>Хорошо владеет:</b> - методиками интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного мониторинга окружающей среды;	<b>Уверенно владеет:</b> - методиками интерпретации данных, полученных в ходе дистанционного мониторинга окружающей среды;

	<p><b>Уметь:</b> - формулировать задачи, выбирать методы дистанционного мониторинга окружающей среды, интерпретировать и представлять результаты проведенных исследований;</p>	<p><b>Не умеет:</b> - формулировать задачи, выбирать методы дистанционного мониторинга окружающей среды, интерпретировать и представлять результаты проведенных исследований;</p>	<p><b>Затрудняется:</b> - формулировать задачи, выбирать методы дистанционного мониторинга окружающей среды, интерпретировать и представлять результаты проведенных исследований;</p>	<p><b>Хорошо умеет:</b> - формулировать задачи, выбирать методы дистанционного мониторинга окружающей среды, интерпретировать и представлять результаты проведенных исследований;</p>	<p><b>Отлично умеет:</b> - формулировать задачи, выбирать методы дистанционного мониторинга окружающей среды, интерпретировать и представлять результаты проведенных исследований;</p>
	<p><b>Знать:</b> - аппаратные средства зондирования окружающей среды наземного и космического базирования;</p>	<p><b>Не знает:</b> - аппаратные средства зондирования окружающей среды наземного и космического базирования;</p>	<p><b>Плохо знает:</b> - аппаратные средства зондирования окружающей среды наземного и космического базирования;</p>	<p><b>Хорошо знает:</b> - аппаратные средства зондирования окружающей среды наземного и космического базирования;</p>	<p><b>Отлично знает:</b> - аппаратные средства зондирования окружающей среды наземного и космического базирования;</p>
<b>ПК-7</b>	<p><b>Владеть:</b> - способами разработки методики проведения замкнутых численных экспериментов, необходимых для оценки возможностей методов дистанционного мониторинга окружающей среды;</p>	<p><b>Не владеет:</b> - способами разработки методики проведения замкнутых численных экспериментов, необходимых для оценки возможностей методов дистанционного мониторинга окружающей среды;</p>	<p><b>Слабо владеет:</b> - способами разработки методики проведения замкнутых численных экспериментов, необходимых для оценки возможностей методов дистанционного мониторинга окружающей среды;</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - способами разработки методики проведения замкнутых численных экспериментов, необходимых для оценки возможностей методов дистанционного мониторинга окружающей среды;</p>	<p><b>Уверенно владеет:</b> - способами разработки методики проведения замкнутых численных экспериментов, необходимых для оценки возможностей методов дистанционного мониторинга окружающей среды;</p>
	<p><b>Уметь:</b> - обобщать результаты исследований данных мониторинга для их практического применения в хозяйственной деятельности;</p>	<p><b>Не умеет:</b> - обобщать результаты исследований данных мониторинга для их практического применения в хозяйственной деятельности;</p>	<p><b>Затрудняется:</b> - обобщать результаты исследований данных мониторинга для их практического применения в хозяйственной деятельности;</p>	<p><b>Хорошо умеет:</b> - обобщать результаты исследований данных мониторинга для их практического применения в хозяйственной деятельности;</p>	<p><b>Отлично умеет:</b> - обобщать результаты исследований данных мониторинга для их практического применения в хозяйственной деятельности;</p>

	<p><b>Знать:</b> - специфику научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области; - возможности применения данных дистанционного мониторинга окружающей среды в хозяйственной деятельности;</p>	<p><b>Не владеет:</b> - специфику научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области; - возможности применения данных дистанционного мониторинга окружающей среды в хозяйственной деятельности;</p>	<p><b>Слабо владеет:</b> - специфику научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области; - возможности применения данных дистанционного мониторинга окружающей среды в хозяйственной деятельности;</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - специфику научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области; - возможности применения данных дистанционного мониторинга окружающей среды в хозяйственной деятельности;</p>	<p><b>Уверенно владеет:</b> - специфику научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области; - возможности применения данных дистанционного мониторинга окружающей среды в хозяйственной деятельности;</p>
<b>УК-1</b>	<p><b>Владеть:</b> - навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p>	<p><b>Не умеет:</b> - - навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p>	<p><b>Затрудняется:</b> - - навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p>	<p><b>Хорошо умеет:</b> - - навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p>	<p><b>Отлично умеет:</b> - - навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p>
	<p><b>Уметь:</b> - анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные достоинства и недостатки реализации этих вариантов;</p>	<p><b>Не умеет:</b> - анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные достоинства и недостатки реализации этих вариантов;</p>	<p><b>Затрудняется:</b> - анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные достоинства и недостатки реализации этих вариантов;</p>	<p><b>Хорошо умеет:</b> - анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные достоинства и недостатки реализации этих вариантов;</p>	<p><b>Отлично умеет:</b> - анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные достоинства и недостатки реализации этих вариантов;</p>



	<p><b>Знать:</b> - методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p>	<p><b>Не владеет:</b> - методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p>	<p><b>Слабо владеет:</b> - методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p>	<p><b>Уверенно владеет:</b> - методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p>
<b>УК-5</b>	<p><b>Владеть:</b> - приёмами и технологиями оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; - навыками работы с научной литературой и профессиональными базами данных для составления обзоров по заданной тематике;</p>	<p><b>Не владеет:</b> - приёмами и технологиями оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; - навыками работы с научной литературой и профессиональными базами данных для составления обзоров по заданной тематике;</p>	<p><b>Слабо владеет:</b> - приёмами и технологиями оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; - навыками работы с научной литературой и профессиональными базами данных для составления обзоров по заданной тематике;</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - приёмами и технологиями оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; - навыками работы с научной литературой и профессиональными базами данных для составления обзоров по заданной тематике;</p>	<p><b>Уверенно владеет:</b> - приёмами и технологиями оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; - навыками работы с научной литературой и профессиональными базами данных для составления обзоров по заданной тематике;</p>
	<p><b>Уметь:</b> - осуществлять личный выбор в различных профессиональных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом.</p>	<p><b>Не умеет:</b> - осуществлять личный выбор в различных профессиональных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом.</p>	<p><b>Затрудняется:</b> - осуществлять личный выбор в различных профессиональных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом.</p>	<p><b>Хорошо умеет:</b> - осуществлять личный выбор в различных профессиональных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом.</p>	<p><b>Отлично умеет:</b> - осуществлять личный выбор в различных профессиональных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом.</p>

	<p><b>Знать:</b> содержание процесса профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда</p>	<p><b>Не знает:</b> - профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда;</p>	<p><b>Плохо знает:</b> - профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда;</p>	<p><b>Хорошо знает:</b> - профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда;</p>	<p><b>Отлично знает:</b> - профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда;</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины 5 зачетных единиц, 180 часов.

Объём дисциплины Форма обучения	Всего часов	
	очная форма обучения 2016, 2017, 2018 гг. набора	заочная форма обучения 2018 год набора
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>180 часов</b>	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>36</b>	<b>8</b>
в том числе:		
лекции	-	4
практические занятия	36	4
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>144</b>	<b>172</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>Зачет</b>	

#### 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, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной	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 обратная задачи атмосферной оптики	3	0	6	17	Опрос перед выполнением расчетного задания, отчет по результатам расчетного задания	2	ОПК-1 ПК-3 УК-1	
4	Решение обратных задач, связанных с дистанционным	3	0	12	20	Опрос перед выполнением расчетного задания,	1	ОПК-1 ПК-2 ПК-3	

	зондированием окружающей среды					отчет по результатам расчетного задания		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 УК-5
	<b>ИТОГО</b>			<b>36</b>	<b>117</b>		<b>6</b>	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета (27 часов)						<b>180 часов</b>		

**Заочное обучение**  
2016 год набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Практич.	Самост. работа			
1	Теория формирования собственного теплового излучения подстилающей поверхности	3	2	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	0	0	30	Опрос по теме при сдаче зачета	0	ОПК-1 ПК-2 ПК-7 УК-5
3	Прямая и обратная задачи атмосферной оптики.	3	0	2	30	Опрос по теме при сдаче зачета, опрос перед выполнением расчетного задания, отчет по результатам расчетного задания	0	ОПК-1 ПК-3 УК-1
4	Решение обратных задач, связанных с дистанционным зондированием окружающей среды	3	2	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 УК-5
5	Аппаратурные средства дистанционного зондирования окружающей среды	3	0	0	25	Опрос по теме при сдаче зачета	0	ОПК-1 ПК-2 ПК-3 УК-5
	<b>ИТОГО</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>145</b>			
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета (27 часов)						<b>180 часов</b>		

## 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 обратная 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-2
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

<b>заочная форма обучения</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела дисциплины</b>	<b>Тематика занятий</b>	<b>Форма проведения</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1	3	Прямая и обратные задачи атмосферной оптики.	Практические занятия	ОПК-1, УК-1 ПК-2, 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 обучающихся 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 учитываются при зачете в виде дополнительных вопросов.

5.1.2. Вопросы по ходу выполнения практических работ.

5.1.3. Отчет по результатам расчетного задания.

5.1.4. Доклады, сообщения

### **5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы**

Индивидуальные собеседования перед выполнением расчетных заданий.

Тема доклада выбирается обучающимся самостоятельно из перечня тем и согласовывается с преподавателем.

Объем доклада должен быть таким, чтобы выступление длилось не более 10 минут.

Структура доклада:

- название и автор,
- введение (актуальность темы, обоснование выбора темы),
- теоретическая часть доклада,
- заключение (вывод, конструктивное предложение),
- список использованных источников.

Доклад представляется обучающимся в виде презентации (PowerPoint).

Контроль выполнения доклада/сообщения осуществляется преподавателем в форме дискуссии, обсуждения.

### Примерный перечень тем для доклада, сообщения

1. Спектральная прозрачность атмосферы. Влияние атмосферы на оптические характеристики объектов
2. Спектральная отражательная способность природных объектов
3. Методы восстановления различных параметров окружающей среды
4. Оптико-электронные съёмочные системы
5. Системы спутникового мониторинга состояния окружающей среды
6. Сферы практического применения данных дистанционного зондирования Земли
7. Перспективные методы дистанционного мониторинга окружающей среды.

### 5.3. Промежуточный контроль – зачет.

Зачет проходит в устной форме. Обучающемуся предлагается наиболее полно ответить на два, случайным образом выбранных вопроса.

#### 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://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-213181941.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213181941.pdf)
2. Anatoly Kuznetsov, Irina Melnikova, Dmitry Pozdnyakov, Olga Seroukhova, Alexander Vasilyev Remote sensing of the environment and radiation transfer, // Springer-VerlagBerlin Heidelberg, 2012, 185 p.
3. Ку-Нан Лиоу. Основы радиационных процессов в атмосфере. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 376 с.
4. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. Санкт-Петербург. "Наука". 2003. 474 с.
5. Васильев А.В., Мельникова И.Н. Коротковолновое солнечное излучение в атмосфере Земли. Расчеты. Измерения. Интерпретация. Санкт-Петербург, НИИХ СПбГУ, 2002, 388с.
6. 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.
7. 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 – учебное пособие по радиолокации. Режим доступа: [https://earth.esa.int/documents/10174/2700124/sar\\_land\\_apps\\_1\\_theory.pdf](https://earth.esa.int/documents/10174/2700124/sar_land_apps_1_theory.pdf)
2. Электронный ресурс: <http://www.tentoten.co.uk>
3. Электронный ресурс – Институт космических исследований Российской Академии наук, отдел "Технологии спутникового мониторинга". Режим доступа: <http://smiswww.iki.rssi.ru/>
4. Электронный ресурс – Центр космических технологий, университет Данди, Шотландия, Великобритания. Режим доступа: <http://www.sat.dundee.ac.uk>

#### **г) программное обеспечение**

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

ЦСД#1 RHM/1/C.1.g/53 22.04.2011

ABBYY FineReader 10 Corporate Edition AF10-3U1P05-102

Adobe Premiere Pro CS5 5.0 WIN AOO License IE (65051466)

windows 7 66233003 24.12.2015

Office 2010 49671955 01.02.2012

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

Программный пакет SNAP (свободно распространяемый продукт)

Программный пакет VISAT (свободно распространяемый продукт)

#### **д) профессиональные базы данных**

база данных Web of Science

база данных Scopus

научная электронная библиотека eLibrary

#### **е) информационные справочные системы:**

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

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



## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	Изучение описания практических работ, связанных с выполнением расчетного задания. Контроль знания материалов на основе индивидуальных опросов. Работа с литературой, электронными презентациями и интернетом, профессиональными базами данных.
Индивидуальные задания	Проведение расчетов на ПЭВМ Конспектирование материалов лекций по тематике практических 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 необходимо ориентироваться на конспекты занятий, 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> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. проведение практических занятий с использованием слайд-презентаций,</li> <li>2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты,</li> <li>3. подготовка отчетов по практическим работам с использованием электронного офиса;</li> <li>4. использование профессиональных баз данных</li> </ol> <p><u>образовательные технологии</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. интерактивное взаимодействие педагога и обучающегося</li> <li>2. сочетание индивидуального и коллективного обучения</li> <li>3. использование баз данных зондирования и спутниковых данных.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пакет Microsoft: Word? Excel, PowerPoint.</li> <li>2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн <a href="http://elib.rshu.ru">http://elib.rshu.ru</a></li> <li>3. Электронно-библиотечная система Znanium <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>.</li> <li>4. Научная электронная библиотека elibrary</li> <li>5. Профессиональные базы данных Web of Science, Scopus</li> </ol>

## 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 обучающихся.

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.
6. **Помещение для технического обслуживания и хранения информационно-измерительной техники** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оборудованием лаборатории МИИТ.

#### **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.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2019/2020 учебный год **с изменениями (см. лист изменений)**  
Протокол заседания кафедры экспериментальной физики атмосферы от 30.05.2019 г. № 9:

## Лист изменений

Изменения, внесенные протоколом заседания кафедры экспериментальной физики атмосферы от 30.05.2019 г. № 9:

1. Пункт 4 «Структура и содержание дисциплины»: добавлена таблица 2019 год набора:  
Общая трудоемкость дисциплины 4 зачетные единицы, 108 часов.

Объём дисциплины  Форма обучения	Всего часов	
	очная форма обучения 2019 г. набора	заочная форма обучения 2019 г. набора
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>108 часов</b>	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>42</b>	<b>12</b>
в том числе:		
лекции	<b>28</b>	<b>8</b>
практические занятия	<b>14</b>	<b>4</b>
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>66</b>	<b>96</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>Зачет</b>	

2. Пункт 4.1. «Структура дисциплины»: добавлена таблица 2019 год набора:

### 4.1. Структура дисциплины

#### Очное обучение 2019год набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лаборат. Практич.	Самост. работа			
1	Теория формирования собственного теплового излучения подстилающей поверхностью	3	2	2	12	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	4	2	18	Опрос по теме при сдаче зачета	1	ОПК-1 ПК-2 ПК-7 УК-5
3	Прямая и обратная задачи атмосферной оптики	3	8	4	10	Опрос перед выполнением расчетного задания, отчет по результатам	2	ОПК-1 ПК-3 УК-1

						расчетного задания		
4	Решение обратных задач, связанных с дистанционным зондированием окружающей среды	3	6	4	16	Опрос перед выполнением расчетного задания, отчет по результатам расчетного задания	1	ОПК-1 ПК-2 ПК-3 УК-5
5	Аппаратурные средства дистанционного зондирования окружающей среды	3	8	2	10	Опрос по теме при сдаче зачета	1	ОПК-1 ПК-2 ПК-3 УК-5
	<b>ИТОГО</b>		<b>28</b>	<b>14</b>	<b>66</b>		<b>6</b>	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета						<b>108 часов</b>		

**Заочное обучение**  
2019 год набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Практич.	Самост. работа			
1	Теория формирования собственного теплового излучения подстилающей поверхности	3	2	0	12	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	2	0	18	Опрос по теме при сдаче зачета	0	ОПК-1 ПК-2 ПК-7 УК-5
3	Прямая и обратная задачи атмосферной оптики.	3	0	2	20	Опрос по теме при сдаче зачета, опрос перед выполнением расчетного задания, отчет по результатам расчетного задания	0	ОПК-1 ПК-3 УК-1
4	Решение обратных задач, связанных с дистанционным зондированием окружающей среды	3	2	2	22	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 УК-5
5	Аппаратурные средства дистанционного зондирования окружающей среды	3	2	0	14	Опрос по теме при сдаче зачета	0	ОПК-1 ПК-2 ПК-3 УК-5

	<b>ИТОГО</b>		<b>8</b>	<b>4</b>	<b>96</b>		
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета						<b>108 часов</b>	