

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Страхов С.Ю.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ АТМОСФЕРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Направление/специальность подготовки	12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
Специализация/профиль/программа подготовки	Лазерная техника и лазерные технологии
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА  
Лугиня Виктория Сергеевна, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ АТМОСФЕРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1.4 — Способен определять требования к лазерным системам дистанционного зондирования, выбирать и оценивать характеристики лазерных источников и приемников оптического излучения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-1.4**

*знания:*

теории взаимодействия электромагнитного излучения с веществом;

теории рассеяния электромагнитного излучения на неоднородностях среды;

методик решения прямых и обратных задач атмосферной оптики;

методик восстановления оптических параметров атмосферы из пассивных или активных измерений;

методик расчета радиационных характеристик солнечного, собственного и лазерного излучения в атмосфере;

*умения:*

выполнять расчеты оптических параметров атмосферы;

выполнять расчеты характеристик солнечной и собственной тепловой радиации для разных атмосферных условий (облачная, безоблачная, запыленная атмосфера);

*навыки:*

определения оптических и радиационных характеристик атмосферы в различных метеорологических условиях и расчет необходимых параметров.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СИСТЕМЫ АТМОСФЕРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ ОПТИКИ, ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники
- ПК-1.1 — Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем
- ПК-1.3 — Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-1.4
3	6	<b>Раздел 1. Дистанционное зондирование как метод измерений параметров окружающей среды.</b> 1.1. Роль дистанционного зондирования для народного хозяйства. 1.2. Проблемы, решаемые дистанционным зондированием. 1.3. Основные параметры атмосферы и поверхности, подлежащие измерениям. 1.4. Понятие прямых, косвенных, контактных и дистанционных измерений. Оптические методы измерений. 1.5. Основные элементы оптической измерительной системы. Основные функции оптической измерительной системы. 1.6. Измерение количественных характеристик поля излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера как основа для дистанционного зондирования. Активные и пассивные методы. 1.7. Физические основы измерения электромагнитного излучения в различных диапазонах спектра. 1.8. Аппаратура для проведения дистанционного зондирования окружающей среды. Возможные схемы проведения радиационных измерений (геометрия эксперимента). 1.9. Платформы, используемые для дистанционного зондирования состояния окружающей среды. Перспективы развития дистанционных методов зондирования планетных атмосфер и их современное состояние. 1.10. Физические основы дистанционного зондирования планетных атмосфер.	10	4	4	0	6	15
3	6	<b>Раздел 2. Теории переноса электромагнитного излучения.</b> 2.1. Основные сведения из теории переноса излучения. 2.2. Физические основы взаимодействия излучения с веществом и количественные характеристики, используемые для описания такого взаимодействия. 2.3. Функции пропускания атмосферы. 2.4. Уравнение переноса излучения. 2.5. Характеристика различных диапазонов спектра с точки зрения решения задач дистанционного зондирования атмосферы. 2.6. Чувствительность собственного теплового излучения системы подстилающая поверхность - атмосфера к вариациям различных атмосферных величин, ее связь с решением обратных задач спутниковой метеорологии дистанционного мониторинга состояния окружающей среды. 2.7. Математические аспекты решения задач дистанционного зондирования атмосферы.	14	8	4	4	6	15
3	6	<b>Раздел 3. Свойства атмосферных аэрозолей.</b> 3.1. Определение атмосферных аэрозолей. 3.2. Классификация атмосферных аэрозолей по происхождению. Классификация атмосферных аэрозолей по размерам. 3.3. Аэрозольные модели атмосферы. 3.4. Влияние атмосферных аэрозолей на радиационный режим атмосферы и формирование климата. Учет атмосферных аэрозолей в моделях атмосферы. 3.5. Облачная и безоблачная атмосфера. Основные оптические параметры атмосферы.	17	9	4	5	8	20
3	6	<b>Раздел 4. Основы теории рассеяния.</b> 4.1. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. 4.2. Сечения взаимодействия: сечение поглощения, сечение рассеяния, сечение направленного рассеяния. Индикатриса рассеяния. 4.3. Характерные масштабы в теории рассеяния. Приближение малых частиц. 4.4. Рэлеевское рассеяния. Безоблачная атмосфера. 4.5. Правила сложения. Ограничивающие предположения. 4.6. Рассеяние на крупных частицах. Облачная атмосфера. 4.7. Расчет оптических параметров атмосферы в разных условиях.	8	4	4	0	4	20
3	6	<b>Раздел 5. Взаимодействие молекул атмосферных газов и радиации.</b> 5.1. Общая характеристика молекулярного поглощения света в атмосфере. 5.2. Спектры поглощения атмосферных газов. 5.3. Спектральные линии. Контур спектральной линии. Уширение спектральной линии. 5.4. Функция пропускания в атмосфере. Расчет функции пропускания.	18	12	4	8	6	15
3	6	<b>Раздел 6. Методы решения уравнения переноса.</b> Решение для прямого излучения – закон Бутера 6.2. Вывод уравнения переноса в приближении однократного рассеяния. Решение уравнения в случае однородной атмосферы. Формулы для коэффициентов пропускания и отражения. 6.3. Приближенные методы (метод Эддингтона). 6.4. Учет многократного рассеяния света – облачная атмосфера. Диффузный режим. Асимптотические формулы теории переноса. 6.5. Метод Монте-Карло для расчета радиационных характеристик в атмосфере.	41	14	14	0	27	15
<b>Всего за 6 семестр</b>			108	51	34	17	57	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	34	17	57	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Теории переноса электромагнитного излучения.	Исследование зависимости функции Планка и ее производной от температуры абсолютно-черного тела и от волнового числа	4
2	Раздел 3. Свойства атмосферных аэрозолей.	Атмосферный аэрозоль	5
3	Раздел 5. Взаимодействие молекул атмосферных газов и радиации.	Оптика атмосферы	4
4		Исследование поглощённой световой мощности подстилающей поверхностью	4
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Дистанционное зондирование как метод измерений параметров окружающей среды.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	3
2		Подготовка к выполнению лабораторной работы «Знакомство с работой в редакторе WORD и построение графиков с использованием редактора EXCEL»	3
3	Раздел 2. Теории переноса электромагнитного излучения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	3
4		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Исследование зависимости функции Планка и ее производной от температуры абсолютно-черного тела и от волнового числа»	3
5	Раздел 3. Свойства атмосферных аэрозолей.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	4
6		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет оптических параметров атмосферных аэрозолей»	4
7	Раздел 4. Основы теории рассеяния.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	4
8	Раздел 5. Взаимодействие молекул атмосферных газов и радиации.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	3
9		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет интенсивности уходящего излучения в ИК-области спектра»	3
10	Раздел 6. Методы решения уравнения переноса.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	15
11		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет потоков солнечного излучения в атмосфере методом Эддингтона»	3
12		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет интенсивностей солнечного излучения в атмосфере методом однократного рассеяния»	3
13		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет потоков солнечного излучения в атмосфере методом Монте-Карло»	3
14		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет характеристик солнечного излучения в облачной атмосфере методом асимптотических формул»	3
Всего за 6 семестр			57

### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	ЛР, Отч. по ЛР		ЛР, Отч. по ЛР		ДР			ЛР, Отч. по ЛР		ДР		ЛР, Отч. по ЛР		ЛР, Отч. по ЛР	Реф	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Реф – реферат;

- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- реферат.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Васильев, А. Д. Кузнецов, И. Н. Мельникова. Дистанционное зондирование окружающей среды из космоса. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 69 экз.
2. А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Методы прикладного анализа результатов натурных измерений в окружающей среде. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
3. А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Экспериментальные модели атмосферы и земной поверхности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
4. А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
5. В. П. Савиных. . Оптико-электронные системы дистанционного зондирования. М.: Машиностроение, 2014, эл. рес.
6. Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. . Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло. М.: Академия, 2006, 12 экз.
7. М. А. Коняев. . Лазерное зондирование атмосферы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 43 экз.
8. Р. А. Шовенгердт. . Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М.: Техносфера, 2010, 5 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. В. Соболев. . Рассеяние света в атмосферах планет. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1972, 1 экз.
2. Ю. М. Тимофеев, А. В. Васильев. . Теоретические основы атмосферной оптики. СПб.: Наука, 2003, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Microsoft Office;
2. Matlab 2015a SP1.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Microsoft Office;
2. Matlab 2015a SP1.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **СИСТЕМЫ АТМОСФЕРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационных и управляющих систем* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1.4 Способен определять требования к лазерным системам дистанционного зондирования, выбирать и оценивать характеристики лазерных источников и приемников оптического излучения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с характеристиками, свойствами и параметрами атмосферы, физическими принципами распространения электромагнитного излучения в атмосфере.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- реферат.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Дистанционное зондирование как метод измерений параметров окружающей среды.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Ю. М. Тимофеев, А. В. Васильев. . Теоретические основы атмосферной оптики: СПб.: Наука, 2003 (1-3, 10) А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (все) В. В. Соболев. . Рассеяние света в атмосферах планет: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1972 (1) В. П. Савиных. . Оптико-электронные системы дистанционного зондирования: М.: Машиностроение, 2014 (все) А. В. Васильев, А. Д. Кузнецов, И. Н. Мельникова. Дистанционное зондирование окружающей среды из космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1) М. А. Коняев. . Лазерное зондирование атмосферы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (все) А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Методы прикладного анализа результатов натурных измерений в окружающей среде: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1) А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Экспериментальные модели атмосферы и земной поверхности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-3)	3
Подготовка к выполнению лабораторной работы «Знакомство с работой в редакторе WORD и построение графиков с использованием редактора EXCEL»		3
Итого по разделу 1		6
<b>Раздел 2. Теории переноса электромагнитного излучения.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Ю. М. Тимофеев, А. В. Васильев. . Теоретические основы атмосферной оптики: СПб.: Наука, 2003 (4-7) А. В. Васильев, А. Д. Кузнецов, И. Н. Мельникова. Дистанционное зондирование окружающей среды из космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1-3)	3
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Исследование зависимости функции Планка и ее		3

производной от температуры абсолютно-черного тела и от волнового числа»	А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Экспериментальные модели атмосферы и земной поверхности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2, 3)	
Итого по разделу 2		6
<b>Раздел 3. Свойства атмосферных аэрозолей.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Экспериментальные модели атмосферы и земной поверхности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (6)	4
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет оптических параметров атмосферных аэрозолей»		4
Итого по разделу 3		8
<b>Раздел 4. Основы теории рассеяния.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Ю. М. Тимофеев, А. В. Васильев. . Теоретические основы атмосферной оптики: СПб.: Наука, 2003 (5) Р. А. Шовенгердт. . Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений: М.: Техносфера, 2010 (5)	4
Итого по разделу 4		4
<b>Раздел 5. Взаимодействие молекул атмосферных газов и радиации.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Экспериментальные модели атмосферы и земной поверхности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (6)	3
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет интенсивности уходящего излучения в ИК-области спектра»	А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Методы прикладного анализа результатов натурных измерений в окружающей среде: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (2)	3
Итого по разделу 5		6
<b>Раздел 6. Методы решения уравнения переноса.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе		15
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет потоков солнечного излучения в атмосфере методом Эддингтона»	А. В. Васильев, И. Н. Мельникова. . Экспериментальные модели атмосферы и земной поверхности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (7, 8, 10)	3
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет интенсивностей солнечного излучения в атмосфере методом однократного рассеяния»	А. В. Васильев, А. Д. Кузнецов, И. Н. Мельникова. Дистанционное зондирование окружающей среды из космоса: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (4)	3
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет потоков солнечного излучения в атмосфере методом Монте-Карло»	Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. . Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло: М.: Академия, 2006 (1-3)	3
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет характеристик солнечного излучения в облачной атмосфере методом асимптотических формул»		3
Итого по разделу 6		27

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- реферат;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Реферат

Темы рефератов представлены в УМК дисциплины.

Реферат должен включать в себя:

- 1) описание актуальности проблемы;
- 2) описание одного из способов решения данной проблемы;
- 3) описание принципов работы системы, для решения данной проблемы;
- 4) примеры существующих систем дистанционного зондирования, решающих данную проблему (не менее трёх);
- 5) подробное описание одной из выбранных систем с указанием технических характеристик, и то за счёт чего данная характеристика достигается.

Реферат должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.32 - 2017

Количество источников - не менее 10 (7 из которых – ссылки на научные публикации).

#### Лабораторная работа

Защита ЛР предусматривает обсуждение результатов выполнения задания, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории.

#### Отчет по ЛР

Отчеты по лабораторным работам представляются в печатной или рукописной форме.

Допускается выполнение расчетов «вручную» или использование систем автоматизации математических расчетов. Каждое задание на лабораторную работу содержит набор параметров в соответствии с индивидуальным вариантом.

Критерии оценивания:

Лабораторная работа считается выполненной успешно (принимается) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков, для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик, и отчёта в целом;
- предоставление отчёта в срок, указанный преподавателем.

#### Дифференцированный зачет

Зачет оформляется при условии выполнения и защиты всех лабораторных работ и успешном прохождении итогового тестирования. Итоговое тестирование проходит в форме письменных ответов на вопросы с вариантами ответов.

Оценка «зачтено-отлично» ставится если студент верно ответил не менее чем на 85% вопросов, из числа предусмотренных тестированием. Ответы на вопросы являются полными и логически верными, при ответе студент продемонстрировал хорошее знание основного материала курса.

Оценка «зачтено-хорошо» ставится если студент верно ответил не менее чем на 75% вопросов, из числа предусмотренных тестированием. Ответы на вопросы являются полными и логически верными, при

ответе студент продемонстрировал хорошее знание основного материала курса. Оценка «зачтено-удовлетворительно» ставится если студент верно ответил не менее чем на 65% вопросов, из числа предусмотренных тестированием. Ответы на вопросы являются полными и логически верными, при ответе студент продемонстрировал хорошее знание основного материала курса. Оценка «не зачтено» ставится, если студент верно ответил менее чем на 50% вопросов, из числа предусмотренных тестированием. Ответы на вопросы являются неполными или содержат существенные ошибки. При ответе студент продемонстрировал хорошее знание основного материала курса.



Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-1.4	
3	6	Раздел 1. Дистанционное зондирование как метод измерений параметров окружающей среды.	10	4	4	0	6	15	Реферат
3	6	Раздел 2. Теории переноса электромагнитного излучения.	14	8	4	4	6	15	Лабораторная работа, Отчет по ЛР, Реферат
3	6	Раздел 3. Свойства атмосферных аэрозолей.	17	9	4	5	8	20	Лабораторная работа, Отчет по ЛР, Реферат
3	6	Раздел 4. Основы теории рассеяния.	8	4	4	0	4	20	Реферат
3	6	Раздел 5. Взаимодействие молекул атмосферных газов и радиации.	18	12	4	8	6	15	Лабораторная работа, Отчет по ЛР, Реферат
3	6	Раздел 6. Методы решения уравнения переноса.	41	14	14	0	27	15	Реферат
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

**ПК-1.4 - Способен определять требования к лазерным системам дистанционного зондирования, выбирать и оценивать характеристики лазерных источников и приемников оптического излучения**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что такое подстилающая поверхность?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что такое окна прозрачности атмосферы?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

**Соотнесите типы атмосферного аэрозоля с его источником:**

**Тип  
атмосферного  
аэрозоля**

**Источник**

- |         |  |
|---------|--|
| 1. Сажа | А. Выбросы промышленных предприятий и автотранспорта |
| 2. Пыль | Б. Выбросы вулканов                                  |
|         | В. Использование удобрений в сельском хозяйстве      |

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

**Установите последовательность этапов процесса дистанционного зондирования:**

1. Сбор данных с помощью датчиков.
2. Обработка и анализ данных.
3. Передача данных на наземные станции.
4. Интерпретация данных и создание карт или моделей.

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

**Установите последовательность этапов процесса обработки данных дистанционного зондирования:**

1. Калибровка данных.
2. Интерпретация данных.
3. Геометрическая коррекция изображений.
4. Коррекция атмосферных искажений.

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

**Какой газ содержится в самом большом количестве в атмосфере?**

1. Кислород
2. Азот
3. Аргон
4. Углекислый газ
5. Озон

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

**Что имеет наибольшую отражательную способность?**

1. Снег
2. Песок
3. Чернозём
4. Лес

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

**Какой тип рассеяния происходит, если размер частицы много меньше длины волны?**

1. Рассеяние Релея
2. Рассеяние Ми
3. Рассеяние Мандельштама — Бриллюэна
4. Неупругое рассеяние

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

**Какие из следующих утверждений о фотограмметрии верны?**

1. Это научно-техническая дисциплина, занимающаяся определением характеристик объектов по фотографическим изображениям.
2. Она используется для создания точных карт и моделей местности.
3. Она основана на использовании радиолокационных данных.
4. Она применяется в геодезии и картографии.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

**Какие из следующих утверждений о рассеянии Ми верны?**

1. Происходит, если размер частицы сопоставим с длиной волны.
2. Характерно для аэрозолей и капель воды в атмосфере.
3. Происходит, если размер частицы много меньше длины волны.
4. Характерно для молекул газов в атмосфере.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

**Какие из следующих утверждений о дистанционном зондировании верны?**

1. Это процесс получения информации об объекте без прямого контакта с ним.
2. Используется только в метеорологии.
3. Включает в себя использование спутников и самолетов.
4. Основывается на использовании только видимого света.

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

**Соотнесите типы искусственных спутников Земли (ИСЗ) по соответствующим высотам полета:**

Тип ИСЗ	Высота полета
1. Низкоорбитальные ИСЗ	А. от 160 км до 2000 км над поверхностью Земли
2. Среднеорбитальные ИСЗ	Б. от 2000 км до 35786 км над поверхностью Земли
3. Геостационарные ИСЗ	В. 35786 км над поверхностью Земли Г. более 35786 км над поверхностью Земли