

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Страхов С.Ю.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО 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	
4	8	3	108	52	26	0	26	56	0	0	56	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  
Коняев Максим Анатольевич, д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_

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 ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО 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-1.1 — 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

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-1.1**

*знания:*

знать основы получения, обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования; владеть современными теоретическими основами и методическими принципами получения информации о подстилающей поверхности дистанционными методами измерений с лазерных установок;;

*умения:*

уметь интерпретировать результаты лидарного зондирования; владение методами моделирования распределения характеристик атмосферы; владеть методикой расчета основных параметров лидарной системы владеть методикой расчета лидарного зондирования атмосферы;;

*навыки:*

компьютерного моделирования процесса взаимодействия электромагнитного излучения с составляющими атмосферы Земли;.

## **ПК-1.3**

*знания:*

основных понятий и законов геометрической оптики, пределы применимости геометрической оптики;

методик оценки результатов лидарного зондирования;

знать основы получения, обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования;;

*умения:*

владение методами моделирования распределения характеристик атмосферы;

владение методами математического анализа основных уравнений шумовых составляющих сигнала в приемниках оптического излучения;

владеть методикой расчета лидарного зондирования атмосферы;;

*навыки:*

компьютерного моделирования процесса взаимодействия электромагнитного излучения с составляющими атмосферы Земли;.

## **ПК-1.4**

*знания:*

основных понятий и законов геометрической оптики, пределы применимости геометрической оптики;

методик оценки результатов лидарного зондирования;

знать основы получения, обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования;;

*умения:*

владение методами моделирования параметров лазерных источников;

владение методами математического моделирования основных шумовых составляющих сигнала в приемниках оптического излучения;

владеть методикой расчета отношения сигнал/шум в системах лидарного зондирования атмосферы;;

*навыки:*

компьютерного моделирования процесса взаимодействия электромагнитного излучения с составляющими атмосферы Земли;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО 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: **ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА, ПРИЕМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

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

### 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	Практические занятия		ПК-1.1	ПК-1.3	ПК-1.4
4	8	<b>Раздел 1. Принципы дистанционного зондирования. Состав и структура атмосферы.</b> 1.1 Основы дистанционного зондирования. 1.2 Типы дистанционных систем зондирования 1.3 Активное и пассивное дистанционное зондирование 1.4 Структура, состав атмосферы. Свойства атмосферных газов, аэрозоля, облаков.	20	10	6	4	10	10	10	10
4	8	<b>Раздел 2. Влияние атмосферы на дистанционные измерения.</b> 2.1 Поглощение, излучение атмосферными газами и влияние этих эффектов на дистанционные измерения. 2.2 Рассеяние, поглощение аэрозолями и облаками, и влияние этих процессов на дистанционные измерения. 2.3 Рамановское рассеяние, флуоресценция и другие эффекты, используемые в лазерных системах дистанционного зондирования.	28	14	8	6	14	30	30	30
4	8	<b>Раздел 3. Принципы активного дистанционного зондирования.</b> 3.1 Принципы активного дистанционного зондирования, основные компоненты лидарных систем. 3.2 Лидарное уравнение, особенности принимаемого сигнала и зависимости от параметров атмосферы и аппаратной части лидара. 3.3 Методы восстановления параметров атмосферы из данных лидарного зондирования. 3.4 Метод логарифмической производной, метод асимптотического сигнала, метод интегрального накопления. 3.5 Метод Клетта и рамановский метод.	18	8	4	4	10	30	30	30
4	8	<b>Раздел 4. Типы лидарных систем и их особенности.</b> 4.1 Отношение сигнал/шум в лидарных системах. Особенности расчета. 4.2 Применение лидаров: зондирование аэрозольно-газового состава атмосферы. 4.3 Применение лидаров для определения химического состава атмосферы. Основные принципы работы лидара дифференциального поглощения. Методы восстановления концентрации исследуемого газа. 4.4 Применение лидаров для диагностики ветрового поля. Когерентные доплеровские лидары. Доплеровские лидары прямого детектирования.	42	20	8	12	22	30	30	30
<b>Всего за 8 семестр</b>			108	52	26	26	56	100	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	52	26	26	56	100	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Принципы дистанционного зондирования. Состав и структура атмосферы.	Структура атмосферы и расчет основных параметров.	4
2	Раздел 2. Влияние атмосферы на дистанционные измерения.	Моделирование распределения характеристик атмосферы	4
3		Поглощение и рассеяние излучения атмосферой.	2
4	Раздел 3. Принципы активного дистанционного зондирования.	Моделирование лидарного сигнала.	2
5		Свойства атмосферы из данных зондирования	2
6	Раздел 4. Типы лидарных систем и их особенности.	Коллоквиум	4
7		Интерпретация данных лидарного зондирования	4
8		Расчет отношения сигнал/шум для лидарной системы.	4
Всего за 8 семестр			26

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Принципы	Изучение предусмотренных программой дидактических	10

	дистанционного зондирования. Состав и структура атмосферы.	единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	
2	Раздел 2. Влияние атмосферы на дистанционные измерения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	14
3	Раздел 3. Принципы активного дистанционного зондирования.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	10
4	Раздел 4. Типы лидарных систем и их особенности.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	16
5		Подготовка к коллоквиуму	6
Всего за 8 семестр			56

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>8</b>			Тест			ДР		Тест		ДР		Тест	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- тест;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Борейшо, М. А. Коняев, А. А. Ким. . Лидарные комплексы для исследования атмосферы. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
2. В. П. Савиных, В. А. Соломатин. . Оптико-электронные системы дистанционного зондирования. Москва: Машиностроение, 2014, эл. рес.
3. М. А. Коняев. . Лазерное зондирование атмосферы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 43 экз.
4. М. Л. Белов. Оптико-электронные спутниковые системы мониторинга природной среды. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. А. Банах, И. Н. Смелихо. . Когерентные доплеровские ветровые лидары в турбулентной атмосфере. Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2013, 1 экз.
2. Ю. А. Мельник, С. Г. Зубкович, В. Д. Степаненко. . Радиолокационные методы исследования Земли. М.: Сов. радио, 1980, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

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

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <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. Mathcad 15.

### 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. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Mathcad 15.

### **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 **ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО 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-1.1 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;

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 основами физических принципов дистанционного зондирования атмосферы, земной поверхности и океанов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- тест;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**26 ч.**), практические занятия (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**56 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 52 ч. аудиторных занятий, и 56 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. Принципы дистанционного зондирования. Состав и структура атмосферы.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	А. С. Борейшо, М. А. Коняев, А. А. Ким. . Лидарные комплексы для исследования атмосферы: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1) М. А. Коняев. . Лазерное зондирование атмосферы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1) В. П. Савиных, В. А. Соломатин. . Оптико-электронные системы дистанционного зондирования: Москва: Машиностроение, 2014 (все)	10
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Влияние атмосферы на дистанционные измерения.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	Ю. А. Мельник, С. Г. Зубкович, В. Д. Степаненко. . Радиолокационные методы исследования Земли: М.: Сов. радио, 1980 (1) В. А. Банах, И. Н. Смалихо. . Когерентные доплеровские ветровые лидары в турбулентной атмосфере: Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2013 (все) М. А. Коняев. . Лазерное зондирование атмосферы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1, 2)	14
Итого по разделу 2		14
<b>Раздел 3. Принципы активного дистанционного зондирования.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	М. А. Коняев. . Лазерное зондирование атмосферы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1, 3, 4, 6) В. П. Савиных, В. А. Соломатин. . Оптико-электронные системы дистанционного зондирования: Москва: Машиностроение, 2014 (все)	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Типы лидарных систем и их особенности.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Ю. А. Мельник, С. Г. Зубкович, В. Д. Степаненко. . Радиолокационные методы исследования Земли: М.: Сов. радио, 1980 (6)	16
Подготовка к коллоквиуму	М. А. Коняев. . Лазерное зондирование	6

	атмосферы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (3-7) М. Л. Белов. Оптико-электронные спутниковые системы мониторинга природной среды: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 (3-7)	
Итого по разделу 4		22

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- 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.

#### Тест

Контроль усвоения лекционного материала студентами производится в автоматическом режиме с помощью средств контроля в ЭИОС Moodle.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Варианты теоретических вопросов к дифференцированному зачету – 30 шт, приведены в составе УМК по дисциплине.

#### Дифференцированный зачет

К зачету допускаются студенты, которые успешно сдали все тесты.

Зачет проводится в устной форме по билетам, выданным преподавателем. Студент должен подготовить, пользуясь конспектом, составленным по материалам курса, ответить на два вопроса.

Оценка «отлично» ставится, если ответ является полным и правильным. Материал изложен в определенной логической последовательности. При ответе на дополнительные вопросы студент показал знание основных понятий и формул.

Оценка «хорошо» ставится, если ответ является полным и правильным, при этом допущены не существенные ошибки, исправленные после наводящих вопросов преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы студент демонстрирует понимание основного содержания учебного материала. Студент свободно ориентируется в материале, изложенном в конспекте.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент обнаруживает знание и понимание материала курса, но излагает материал неполно и допускает существенные ошибки в формулировке основных понятий и формул. Ответ на дополнительные вопросы вызывает у экзаменуемого затруднения или содержит ошибки, которые он может исправить после наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если при ответе обнаружено непонимание основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые учащийся не может исправить при наводящих вопросах преподавателя.

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	Практические занятия		ПК-1.1	ПК-1.3	ПК-1.4	
4	8	Раздел 1. Принципы дистанционного зондирования. Состав и структура атмосферы.	20	10	6	4	10	10	10	10	Тест, Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 2. Влияние атмосферы на дистанционные измерения.	28	14	8	6	14	30	30	30	Тест, Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 3. Принципы активного дистанционного зондирования.	18	8	4	4	10	30	30	30	Тест, Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 4. Типы лидарных систем и их особенности.	42	20	8	12	22	30	30	30	Тест, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 8 семестр			108	52	26	26	56	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	52	26	26	56	100	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

**ПК-1.1 - Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Отличительная особенность СОДАРОВ от РАДАРОВ и ЛИДАРОВ?
- 1) длина волны зондирования приемника
  - 2) дальность измерения
  - 3) скорость измерения
  - 4) скорость распространения излучения
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
В каком диапазоне электромагнитного излучения работает ЛИДАР?
- 1) рентгеновском
  - 2) оптическом
  - 3) радиоволновом
  - 4) акустическом
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Отличие дистанционных и локальных средств диагностики окружающей среды заключается в....
- 1) диапазоне оптического излучения
  - 2) методе анализа полученных результатов
  - 3) взаимным расположением объекта и измерительного прибора
  - 4) типе взаимодействия с объектом
  - 5) заборе проб
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
В какой части атмосферы происходит наиболее интенсивное перемешивание аэрозольных частиц?
- 1) в верхней части тропосферы
  - 2) в приземном слое атмосферы
  - 3) в нижней части тропосферы
  - 4) на высотах более 15 км
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Какая последовательность прохождения обратно рассеянного излучения в лидаре?
- 1) приемник
  - 2) телескоп
  - 3) фильтр
  - 4) транспортная оптика

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что включает в себя понятие «стандартная атмосфера»?

№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие предположения использованы при выведении лидарного уравнения?

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Найдите соответствующие типы атмосферы

1	Высота 0 – 15 км	1 Стратосфера
2	Высота 45 – 100 км	2 Термосфера
3	Высота 15 – 45 км	3 Мезосфера
4	Высота более 100 км	4 Тропосфера

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие типов взаимодействия для зондирующего излучения 1 мкм

1	Частица 2 мкм	1 Рэлеевское рассеяние
2	Частица 0.05 мкм	2 Рассеяние Ми
3	Частица 2 мм	3 Геометрическое отражение

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность преобразования лидарного сигнала.

- 1) умножение на квадрат дистанции
- 2) деление на аппаратную константу
- 3) вычитание фона
- 4) учет геометрического фактора

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

Могут ли лидары устанавливаться на космических аппаратах?

- 1) Нет, т.к. там нет атмосферы
- 2) Да, но только аэрозольные лидары
- 3) Нет, т.к. время пролета импульса до Земли очень велико
- 4) Да, любого типа

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

Какой численный критерий описывает общее ослабление оптического излучения атмосферой?

- 1) Оптическая толщина
- 2) Коэффициент поглощения атмосферы
- 3) Метеорологическая дальности видимости
- 4) Коэффициент рассеяния

**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**

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

Пространственное разрешение лидара в общем случае определяется



- 1) Геометрией приемного телескопа
  - 2) Длительностью импульса
  - 3) Свойствами атмосферы
  - 4) Геометрическим фактором
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Спектральный диапазон solar-blind ФЭУ
- 1) более 400 нм
  - 2) менее 300 нм
  - 3) более 1 мкм
  - 4) от 500 до 800 нм
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какая размерность у отношения сигнал/шум?
- 1) Вольт/Гц
  - 2) Гц
  - 3) Нет размерности
  - 4) Вольт/Ампер
- № 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какая функция описывает зависимость принимаемого лидаром сигнала от дистанции?
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Последовательность выбора детектора для лидара
- 1) быстродействие
  - 2) шумовые характеристики
  - 3) спектральная чувствительность
  - 4) форм-фактор
  - 5) размер приемной площадки
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
В чем преимущество зеркальных приемных телескопов?
- 1) Отсутствие хроматических аберраций
  - 2) Ультрамалое поле зрения
  - 3) Высокий коэффициент пропускания оптики
  - 4) Возможность изготовления телескопа с диаметром более 200 мм
  - 5) Большое поле зрения
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
В чем заключается особенность ЛФД?
- 1) В оптическом диапазоне работы
  - 2) В быстродействии

- 3) В размерах приемной площадки
- 4) Во внутреннем лавинном усилении тока
- 5) Может работать в режиме счета фотонов
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Чем определяется минимальная обнаруживаемая концентрация лидаром дифференциального поглощения?

- 1) длиной волны ON
- 2) разницей сечений поглощения
- 3) длиной волны OFF
- 4) отношением сигнал/шум
- 5) направлением зондирования
- 6) пространственным разрешением расчета

- № 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Опишите последовательность процессов, определяющих ток на выходе приемника

- 1) поглощение
- 2) рассеяние
- 3) излучение
- 4) оптико-электронное преобразование

- № 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В каком методе используются зависимости стандартной атмосферы?

- № 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие

1	Поглощение	1 $1/(м*ср)$
2	Обратное рассеяние	2 Вт/ корень(Гц)
3	Спектральная чувствительность	3 А/Вт/
4	NEP	4 1/м

- № 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие

1	Скорость ветра	Лидар 1 дифференциального поглощения
2	Концентрация газа	2 Доплеровский лидар
3	Распределение частиц по размерам	3 Рамановский аэрозольный лидар

**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

Максимальная дистанция детектирования лидара 15 километров, какая максимальная частота следования импульсов лазера должна быть, чтобы обеспечить однозначность измерения?

- № 2 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расположите по возрастанию точности методы восстановления параметров аэрозоля.
- 1) Рамановский метод
  - 2) Метод логарифмической производной
  - 3) Метод Клетта
  - 4) Метод интегрального накопления
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие явления являются определяющими для детектируемой мощности в лидарном уравнении?
- 1) Обратное рассеяния
  - 2) Общее ослабления
  - 3) Поглощение газами
  - 4) Рамановское рассеяние
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Лидар дифференциального поглощения определяет
- 1) Среднюю концентрацию вещества на определённом участке трассы зондирования
  - 2) Относительную скорость ветра
  - 3) Плотность аэрозольных частиц
  - 4) Концентрацию газа по всей трассе зондирования
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Расстояние до объекта измеряется с помощью лидара, рада и содара. Какой из приборов даст результат первым? (условия измерения одинаковы для всех приборов)
- 1) Лидар и содар
  - 2) Содар и радар
  - 3) Радар и лидар
  - 4) Все три прибора дадут результат одновременно
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какой канал измерения необходим в аэрозольном лидаре для получения распределения частиц по размерам?
- 1) дифференциального поглощения
  - 2) рамановский канал
  - 3) гетеродинного детектирования
  - 4) доплеровский канал
  - 5) поляризационный канал
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Лазерный облакомер предназначен для
- 1) Определения скорости образования облаков

- 2) Определении нижней границы облаков
  - 3) Количества слое облачности
  - 4) Определения типа облаков
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Сколько неизвестных в лидарном уравнении?
- 1) 1
  - 2) 2
  - 3) 3
  - 4) Все зависимости определены теоретически
- № 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что является определяющим при выборе рабочих длин волн для лидара дифференциального поглощения?
- № 10 Прочитайте текст и установите соответствие  
Определите соответствие
- |   |            |              |
|---|------------|--------------|
| 1 | ФЭУ        | 1 10<br>мкм  |
| 2 | КРТ        | 2 1.5<br>мкм |
| 3 | Рin - диод | 3 0.4<br>мкм |
- № 11 Прочитайте текст и установите соответствие  
Укажите соответствующие длины волн
- |   |   |              |
|---|---|--------------|
| 1 | Когерентный доплеровский лидар            | 1 1064<br>нм |
| 2 | Лидар дифференциального поглощения        | 2 450<br>нм  |
| 3 | Аэрозольный лидар                         | 3 355<br>нм  |
| 4 | Доплеровский лидар прямого детектирования | 4 1.5<br>мкм |
- № 12 Прочитайте текст и установите последовательность  
Укажите последовательность обработки лидарного сигнала в аэрозольном лидаре с рамановским каналом
- 1) Вычитание фона
  - 2) Логарифмирование по основанию e
  - 3) Умножение на квадрат дистанции
  - 4) Деление на геометрический фактор