

+238

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
«БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. УСТИНОВА»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор - проректор по
образовательной деятельности

Бородавкин В.А.

2019

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЛИДАРНЫЕ СИСТЕМЫ

(указывается наименование дисциплины в соответствии с ФГОС и учебным планом)

Направление/
специальность подготовки

12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии

(указывается индекс и наименование направления/специальности)

Специализация/профиль/программа
подготовки

Лазерные системы и технологии

Уровень высшего образования

Магистратура

(бакалавриат/ магистратура/ специалитет)

Форма обучения

Очная

(очная, очно-заочная и др.)

Факультет

И1 Информационных и управляющих систем

(указывается индекс и полное наименование факультета Университета, заказавшего программу)

Выпускающая кафедра

И1 Лазерная техника

(указывается индекс и полное наименование выпускающей кафедры)

Кафедра-разработчик
рабочей программы

И1 Лазерная техника

(указывается индекс и полное наименование кафедры, составившей и реализующей программу)

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (ПО НАЛИЧИЮ ВИДОВ ЗАНЯТИЙ)												Вид итогового контроля по дисциплине	
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ						САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА						
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ДРУГИЕ ВИДЫ ЗАНЯТИЙ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	РАСЧЁТНО - ГРАФ. РАБОТА	РЕФЕРАТ		ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ
							ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	СЕМИНАРЫ								
5	10	4	144	51	34	-	17	-	-	93	-	-	-	-	93	ЭКЗ.

Начальник отдела основных
образовательных программ

В.А. Бородавкин
«31» 12 2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

/оборотная сторона титульного листа/

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

12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии

(указывается индекс и наименование направления/специальности)

Программу составили:

Кафедра **И1 Лазерная техника**

Савин А.В., д.т.н., профессор



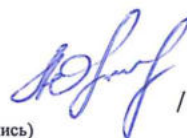
Эксперт(ы):

(Представители работодателей
Внешние эксперты)

Главный конструктор по НИОКР

АО «Лазерные системы», к.т.н., Орлов А.Е.

(подпись)



Программа рассмотрена

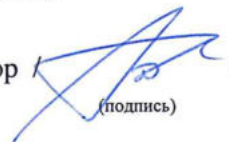
на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И1 Лазерная техника**

(индекс и наименование кафедры-разработчика рабочей программы)

«31» 08 2019 г. Заведующий кафедрой Борейшо А.С. д.т.н., профессор

(Ф.И.О., уч.степень, уч.звание)



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры **И1 Лазерная техника**

(индекс и наименование выпускающей кафедры)

«31» 08 2019 г. Заведующий кафедрой Борейшо А.С. д.т.н., профессор

(Ф.И.О., уч.степень, уч.звание)



Рабочая программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП) **12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»**, протокол № 2/2019

(индекс) (полное наименование направления), (№ протокола)

«31» 08 2019 г. Председатель УМК по УГНиСП Марков А.В. д.т.н., профессор

(Ф.И.О., уч.степень, уч.звание)



Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 08 2019 г. Директор библиотеки БГТУ Сесина Н.В.

(Ф.И.О., уч.степень, уч.звание)



Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО	5
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ...	9
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11

Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Технологии и формы преподавания

Приложение 3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приложение 5. Фонды оценочных средств

Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы

Приложение 7. Листы изменений, вносимых в рабочую программу

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций на уровнях:

Общепрофессиональных

ОПК-1 - Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований и разработки лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий.	Пороговый уровень
--	-------------------

Профессиональных

ПСК-3 - Способен к проектированию и конструированию систем, приборов и узлов, а также к разработке технических заданий и документации на их проектирование и изготовление, предназначенных для лазерной техники и технологий, лазерных оптико-электронных приборов и систем.	Пороговый уровень
ПСК-4 - Способен определять требования к лидарным системам и системам технического зрения, а также к их элементам, обосновывать выбор элементной базы и разрабатывать элементы конструкций лазерных систем.	Пороговый уровень

Формированию указанной компетенции служит достижение следующих результатов образования:

знания:

на уровне представлений:

- принципов и классификации систем дистанционного зондирования (ОПК-1);
- понятия атмосферы и ее основных характеристик (ОПК-1);
- основных типов лидаров и их применение (ОПК-1, ПСК-4).

на уровне воспроизведения:

- методик оценки результатов лидарного зондирования (ОПК-1).

на уровне понимания:

- знать основы получения, обработки и интерпретации данных лидарного зондирования (ОПК-1, ПСК-4);

умения:

теоретические:

- уметь интерпретировать результаты лидарного зондирования (ОПК-1);
- владение методами моделирования распределения характеристик стандартной атмосферы (ОПК-1, ПСК-4);
- владение методами математического анализа основных уравнений энергии в приемниках лидарных систем (ОПК-1, ПСК-3, ПСК-4).

практические:

- владеть методикой моделирования лидарного сигнала (ОПК-1);
- владеть методикой расчета лидарного зондирования атмосферы (ОПК-1);

навыки:

- решения лидарного уравнения (ОПК-1).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **Лидарные системы** является дисциплиной вариативной части цикла Блока 1 программы и входит в число дисциплин по выбору студента.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: **Системы атмосферного зондирования, Основы лазерной техники, Оптика лазеров**. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретической базой дистанционного лидарного зондирования атмосферы. Рассматриваются проблемы интерпретации результатов лидарного зондирования различных типов лидаров. Приводятся схемы и принципы работы аэрозольных лидаров, лидаров для исследования химического состава, доплеровских лидаров и других. Излагаются основные методики проектных оценок, необходимые на начальных этапах проектирования лазерных систем.

Дисциплина является основой для освоения следующих дисциплин: **Лазерные системы дистанционного зондирования, Научно-исследовательская работа, Выполнение выпускной квалификационной работы**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

УК-1 – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

ОПК-3 – Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

(с распределением общего бюджета времени в часах)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ		
					ВСЕГО	Лекции	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (СЕМНАР)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОПК-1	ПСК-3	ПСК-4
5	10	1	Раздел 1. Физические основы лидарного зондирования газовых сред 1.1. Механизмы рассеяния и затухания лазерного зондирующего излучения в атмосфере. 1.2. Атмосфера и ее характеристики. 1.3. Основное уравнение оптической локации 1.4. Оптические свойства атмосферы. 1.5. Рассеяние излучения на аэрозольных частицах.	30	14	8	6	-	16	25%	35%	0%
		2	Раздел 2. Регистрация электромагнитного излучения 2.1 Приёмники оптического излучения и их характеристики. 2.2 Шумы фотоприемных устройств. 2.3 Методы приема слабых оптических сигналов	17	8	6	2	-	9	25%	15%	30%
		3	Раздел 3. Простейшие лидарные системы 3.1 Одноволновый аэрозольный лидар. 3.2 Лидар дифференциального поглощения 3.3 Импульсный гетеродинный лидар 3.4 Методы оценки проектные параметров лидаров	33	13	6	7	-	20	25%	35%	40%
		4	Раздел 4. Современные применения дистанционного лазерного зондирования 4.1 Лазерный мониторинг ветрового поля 4.2 Лидарные измерения турбулентности атмосферы 4.3 Лазерная дальнометрия 4.4 Лазерная доплеровская анемометрия 4.5 Лазерная диодная спектроскопия	64	16	14	2	-	48	25%	15%	30%
		ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ				144	51	34	17	-	93	100%

3.2. Практические занятия

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1.	Раздел 1. Физические основы лидарного зондирования газовых сред	Моделирование вертикального распределения параметров стандартной атмосферы	2
2.	Раздел 1. Физические основы лидарного зондирования газовых сред	Моделирование поглощающей и рассеивающей атмосферной трассы	2
3.	Раздел 1. Физические основы лидарного зондирования газовых сред	Практическая работа №1. Моделирование лидарного сигнала для различных атмосферных условий	2
4.	Раздел 2. Регистрация электромагнитного излучения	Практическая работа №2. Расчет геометрического фактора различных типов лидарного тракта.	2
5.	Раздел 3. Простейшие лидарные системы	Практическая работа №3. Расчет соотношения сигнал/шум для лидарных сигналов	2
6.	Раздел 3. Простейшие лидарные системы	Практическая работа №4. Обработка данных лидарного зондирования	2
7.	Раздел 3. Простейшие лидарные системы	Восстановление оптических характеристик атмосферы по данным лидарного зондирования	1,5
8.	Раздел 3. Простейшие лидарные системы	Восстановление концентрации газовых примесей по данным лидарного зондирования	1,5
9.	Раздел 4. Современные применения дистанционного лазерного зондирования	Практическая работа №5. Расчет параметров лазерного дальномера	2
Итого:			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	время (час)
		СРС
Раздел 1. Физические основы лидарного зондирования газовых сред	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных, практических занятий и рекомендуемой литературе	11
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Моделирование лидарного сигнала для различных атмосферных условий»	5
Раздел 2. Регистрация электромагнитного излучения	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных, практических занятий и рекомендуемой литературе	4
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Расчет геометрического фактора различных типов лидарного тракта»	5
Раздел 3. Простейшие лидарные системы	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных, практических занятий и рекомендуемой литературе	10
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Расчет соотношения сигнал/шум для лидарных сигналов»	5
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Обработка данных лидарного зондирования»	5
Раздел 4. Современные применения дистанционного лазерного зондирования	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных, практических занятий и рекомендуемой литературе	7
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Расчет параметров лазерного дальномера»	5
Разделы 1-5	Подготовка к экзамену	36
ВСЕГО:		93

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10			ПР1		М		ПР1	М		ПР1	М		ПР1	М		ПР1	

Условные обозначения:

- ПР1 – сдача одной практической работы;
- М - контроль с использованием ПО «Ментор».

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущим лекционные и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- выполнение и защита практических работ;
- непрерывный контроль посещаемости практических занятий и усвоения лекционного материала с использованием ПО «Ментор»;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов к практическим работам.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- выполнение трех и защита двух практических работ из числа предусмотренных на семестр.

Промежуточный контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена (включает в себя ответы на теоретические вопросы). Экзамену предшествует допуск, который оформляется на 17-й неделе семестра по результатам выполнения предусмотренных рабочей программой контрольных мероприятий:

- набор минимального количества баллов при использовании технологии «Ментор»;
- успешное выполнение и защита всех практических работ.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты образования по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 5.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Основная литература:

1. Коняев, Максим Анатольевич. Лазерное зондирование атмосферы [Текст] : учебное пособие [для вузов] / М. А. Коняев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2015. - 100 с. : граф., схемы, табл., фото. - Библиогр.: с. 99. - Контр. вопросы: с. 99. - ISBN 978-5-85546-890-8.

2. Лазеры: применения и приложения [Текст] : учебное пособие для вузов / А. С. Борейшо [и др.] ; ред. А. С. Борейшо ; , БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : Лань, 2016. - 519 с. : 4 вкл. л., схемы, табл., фот. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Авторы указ. на с. 519. - Библиогр. в конце глав. - Контр. вопросы: в конце глав. - Прил.: с. 490-510. - ISBN 978-6-8114-2234-0.

3. Привалов, Вадим Евгеньевич. Лазеры и экологический мониторинг атмосферы [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Е. Привалов, А. Э. Фотиади, В. Г. Шеманин. - СПб. : Лань, 2013. - 287 с. : граф., схемы, табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-8114-1370-6

5.2 Дополнительная литература:

1. Лазерный контроль атмосферы [Текст] : пер. с англ. / ред. Э. Д. Хинкли. - М. : Мир, 1979. - 416 с. : граф., табл., схемы. - Авторы: с. 9-10. - Библиогр.: с. 409-412. - Библиогр. в конце глав. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - Список обознач.: с. 14-21.

2. Лебедева, Вера Владимировна. Техника оптической спектроскопии [Текст] : учебное пособие для вузов / В. В. Лебедева. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Изд-во МГУ, 1986. - 352 с. : граф., рис., табл. - Библиогр.: с. 338-343. - Приложение: с. 330-337. - Предметный указ.: с. 344-352.

3. Горелик, Давид Ошеревич. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов [Текст] : Аэроаналитические измерения / Д. О. Горелик, Л. А. Конопелько. - М. : Изд-во стандартов, 1992. - 433 с. : граф., рис., табл. - Библиогр.: с. 421 - 431. - ISBN 5-7050-0109-6.

4. Банах, Виктор Арсентьевич. Когерентные доплеровские ветровые лидары в турбулентной атмосфере [Текст] / В. А. Банах, И. Н. Смалихо ; Рос. акад. наук, Ин-т оптики атмосферы им. В. Е. Зуева. - Томск : Изд-во ИОА СО РАН, 2013. - 303 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 273-292. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - Список сокращ. и обозн.: с. 293-300. - ISBN 978-5-94458-136-5.

5. Зуев, Владимир Евсеевич. Обратные задачи лазерного зондирования атмосферы [Текст] / В. Е. Зуев, И. Э. Наац; Ред. М. В. Кабанов. - Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1982. - 242 с. : ил. - Библиогр.: с.235-240.

6. Зуев, Владимир Владимирович. Лидарный контроль стратосферы [Текст] / В. В. Зуев ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т оптики атмосферы. - Новосибирск : Наука, 2004. - 306 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр. в конце глав. - Дополнит. аннот., оглавл. на англ. яз. - ISBN 5-02-032419-1.

7. Лазерные приборы дистанционного зондирования молекул загрязняющих веществ в атмосфере [Текст] : учебное пособие для вузов / Э. И. Воронина [и др.] ; Кубан. гос. технолог. ун-т, Новоросс. политехн. ин-т. - Новороссийск : Изд-во НПИ, 2009. - 115 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 110-115. - Контр. вопросы и задания: в конце глав. - ISBN 5-7422-1467-7.

8. Привалов, Вадим Евгеньевич. Параметры лидаров для дистанционного зондирования газовых молекул и аэрозоля в атмосфере [Текст] : учебное пособие / В. Е. Привалов, В. Г. Шеманин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2001. - 56 с. : табл., ил. - Библиогр.: с. 54-55.

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

1. <http://e.lanbook.com/> ЭБС издательства «Лань».
2. <https://www.biblio-online.ru/> ЭБС Юрайт
3. <http://library.voenmeh.ru/> - сайт библиотеки БГТУ им. Д.Ф. Устинова «Военмех»
4. <http://www.laserportal.ru/> - научно-образовательный проект "Лазерный портал"
5. <http://spectra.iao.ru/1280x625/ru/mixt/> Информационная система "Спектроскопия атмосферных газов" (SPECTRA).
6. <https://www.cfa.harvard.edu/hitran/> База спектров HITRAN.

5.4 Программное обеспечение.

В распоряжение студентов предоставляется имеющееся в лабораториях кафедры специальное программное обеспечение по обработке данных приборов, пакеты ПО общего назначения: пакет офисных приложений Microsoft Office, Google Chrome, PDF Adobe Reader, специализированное ПО для выполнения математических расчетов Mathcad, MATLAB.

5.5 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса:

- применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации);
- проведение практических занятий в компьютерном классе, включенном в информационную компьютерную сеть кафедры;
- возможность консультирования обучающихся преподавателями посредством сети Интернет;
- доступность учебных материалов через сеть Интернет для любого участника учебного процесса.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:
 - 1) конспект лекций;
 - 2) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).
2. Практические занятия
 - 1) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер);
 - 2) компьютерный класс;
 - 3) пакеты ПО общего назначения: пакет офисных приложений Microsoft Office, Google Chrome, PDF Adobe Reader.
 - 4) специализированное ПО: Mathcad, MATLAB
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,
 - 3) кафедральные аудитории, обеспеченные Wi-Fi для доступа к системе непрерывного контроля усвоения лекционного материала и успеваемости в автоматическом режиме за счет применения ПО «Ментор».

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Лидарные системы» является дисциплиной вариативной части цикла Блока 1 программы подготовки студентов по направлению 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» и входит в число дисциплин по выбору студента. Дисциплина реализуется на факультете «И» Информационные и управляющие системы Балтийского государственного технического университета им. Д.Ф. Устинова кафедрой «И1» Лазерная техника.

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональной компетенции ОПК-1, профессиональных компетенции ПСК-3, ПСК-4 выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретической базой дистанционного лидарного зондирования атмосферы, а также методиками проектных оценок, необходимых на начальных этапах проектирования лидарных систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущим лекционные и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- выполнение и защита практических работ;
- непрерывный контроль посещаемости практических занятий и усвоения лекционного материала с использованием ПО «Ментор»;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов к практическим работам.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- выполнение трех и защита двух практических работ из числа предусмотренных на семестр.

Итоговый контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена (включает в себя ответы на теоретические вопросы). Экзамену предшествует допуск, который оформляется на 17-й неделе семестра по результатам выполнения предусмотренных рабочей программой контрольных мероприятий:

- набор минимального количества баллов при использовании технологии «Ментор»;
- успешное выполнение и защита всех практических работ.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (34 часа), практические (17 часов) занятия и 93 часа самостоятельной работы студента.

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

I. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (использование средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации), электронные версии учебных и практических пособий, рекомендованных для изучения дисциплины) при проведении лекционных занятий и самостоятельной работы студентов; взаимодействие с преподавателем вне часов расписания занятий посредством *Internet*.

Контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Проблемное обучение: стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Междисциплинарное обучение: использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

II. Виды и содержание учебных занятий

Раздел 1. Физические основы лидарного зондирования газовых сред

Теоретические занятия (лекции) - 8 часов.

Лекция 1. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматриваются физические основы лазерного зондирования газовых сред. Изучаются механизмы рассеяния и затухания лазерного зондирующего излучения в атмосфере. Приводятся основные характеристики среды, определяющие рассеяние: интегральный и дифференциальный коэффициент рассеяния (β , β_ψ), коэффициент обратного рассеяния (β_π), сечение рассеяния (σ , σ_π), телесный угол (Ω), угол рассеяния (ψ).

Лекция 2. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Выводится простейшее лидарное уравнение. Рассматривается метод его решения. Вводятся понятия: лидарного отношения; коэффициента экстинкции (α). Приводится функциональная схема простейшего лазерного локатора (лидара).

Лекция 3. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматриваются оптические свойства атмосферы. Изучается понятие метеорологической дальности видимости (МДВ). Изучается зависимость показателей рассеивания и затухания от длины волны лазерного излучения и высоты над земной поверхностью.

Лекция 4. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Изучается взаимодействие лазерного излучения с компонентами атмосферной среды взаимодействие лазерного излучения с компонентами атмосферной среды: газами и аэрозолями. Рассматривается рассеяние излучения на аэрозольных частицах, рэлеевское рассеяние. Рассматриваются основы теории Ми, характеристика направленности аэрозольного и молекулярного рассеяния, индикатриса рассеяния частиц разного размера.

Аудиторный практикум - 6 часов.

Занятие 1. Моделирование вертикального распределения параметров стандартной атмосферы

Форма выполнения – практическое занятие. Рассматривается методика моделирования вертикального распределения параметров стандартной атмосферы. В компьютерном классе студенты проводят расчет параметров атмосферы по индивидуальным исходным данным

Занятие 2. Моделирование поглощающей и рассеивающей атмосферной трассы

Форма выполнения – практическое занятие. Рассматривается методика моделирования поглощающей и рассеивающей атмосферной трассы. В компьютерном классе студенты проводят расчет параметров трассы по индивидуальным исходным данным.

Практическая работа №1. Моделирование лидарного сигнала для различных атмосферных условий

Форма выполнения – индивидуальная, работа в компьютерном классе с использованием прикладных пакетов программ. Студенты знакомятся с методикой моделирования лидарного сигнала для различных атмосферных условий. По индивидуальным исходным данным студенты выполняют необходимые задания. Результаты расчета и моделирования представляются в отчете.

Управление самостоятельной работой студента – 4 часа.

Консультации по содержанию раздела и выполнению индивидуальных заданий, оформлению результатов, проверка отчетов о выполнении индивидуальных заданий – в часы плановых еженедельных консультаций и по Internet.

Раздел 2. Регистрация электромагнитного излучения.

Теоретические занятия (лекции) - 6 часов.

Лекция 5. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматриваются виды и характеристики приёмников оптического излучения (NEP, обнаружительная способность, квантовая эффективность, темновой ток, ампер-ваттная чувствительность, полоса пропускания, ток насыщения). Вводится понятие соотношения сигнал/шум (SNR), определяются приемлемые значения SNR.

Лекция 6. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматриваются шумы фотоприемных устройств. Основные источники шумов: дробовый шум (формула Шотки); тепловой шум. Формула Найквиста. Спектральная плотность теплового шума. Шум считывания. Шум темнового тока. Шум оцифровки. Фликер-шум. Суммарный шум лидарных измерений.

Лекция 7. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматриваются методы приема слабых оптических сигналов: прямое детектирование, гетеродинный прием, метод счета фотонов. Преимущества, недостатки и области применения этих методов.

Аудиторный практикум - 2 часа.

Практическая работа №2. Расчет геометрического фактора различных типов лидарного тракта.

Форма выполнения – индивидуальная, работа в компьютерном классе с использованием прикладных пакетов программ. Студенты знакомятся с методикой расчета геометрического фактора различных типов лидарного тракта. По индивидуальным исходным данным студенты проводят расчет лидарного тракта. Результаты расчета представляются в отчете.

Управление самостоятельной работой студента – 4 часа.

Консультации по содержанию раздела и выполнению индивидуальных заданий, оформлению результатов, проверка отчетов о выполнении индивидуальных заданий – в часы плановых еженедельных консультаций и по Internet.

Раздел 3. Простейшие лидарные системы

Теоретические занятия (лекции) - 6 часов.

Лекция 8. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматривается одноволновый аэрозольный лидар. Рассматривается методика расчета соотношения сигнал/шум для простейшего аэрозольного лидара. Изучается метод оценки проектных параметров одноволнового аэрозольного лидара.

Лекция 9. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматривается лидар дифференциального поглощения: назначение, функциональная схема и принцип действия. Рассматривается методика расчета соотношения сигнал/шум для лидара дифференциального поглощения. Изучается метод измерения концентрации частиц газа и погрешность измерений.

Лекция 10. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматривается гетеродинный лидар в атмосфере с однородным показателем преломления и в турбулентной атмосфере. Изучается назначение, функциональная схема и принцип действия. Рассматривается методика расчета соотношения сигнал/шум для импульсного гетеродинного лидара. Приводится метод измерения скорости движения атмосферной среды.

Аудиторный практикум - 7 часов.

Практическая работа №3. Расчет соотношения сигнал/шум для лидарных сигналов

Форма выполнения – индивидуальная, работа в компьютерном классе с использованием прикладных пакетов программ. Студенты знакомятся с методикой расчета отношения сигнал/шум для простейшего аэрозольного лидара. По индивидуальным исходным данным студенты проводят расчет соотношения сигнал/шум для лидарных сигналов. Результаты расчета представляются в отчете.

Практическая работа №4. Обработка данных лидарного зондирования

Форма выполнения – индивидуальная, работа в компьютерном классе с использованием прикладных пакетов программ. Студенты знакомятся с методикой обработки данных лидарного зондирования. По индивидуальным исходным данным студенты проводят расчет лидарного зондирования. Результаты расчета представляются в отчете.

Занятие 7. Восстановление оптических характеристик атмосферы по данным лидарного зондирования

Форма выполнения – практическое занятие. Рассматривается методика восстановления оптических характеристик атмосферы по данным лидарного зондирования. В компьютерном классе студенты выполняют задания по индивидуальным исходным данным.

Занятие 8. Восстановление концентрации газовых примесей по данным лидарного зондирования

Форма выполнения – практическое занятие. Рассматривается методика восстановления концентрации газовых примесей по данным лидарного зондирования. В компьютерном классе студенты выполняют задания по индивидуальным исходным данным.

Управление самостоятельной работой студента – 6 часов.

Консультации по содержанию раздела и выполнению индивидуальных заданий, оформлению результатов, проверка отчетов о выполнении индивидуальных заданий – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

Раздел 4. Современные применения дистанционного лазерного зондирования

Теоретические занятия (лекции) - 14 часов.

Лекция 11. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматриваются лазерные системы для мониторинга ветрового поля. Изучается доплеровский лидар непрерывного излучения в задачах мониторинга ветрового поля. Изучается принципиальная схема непрерывного доплеровского лидара, принцип действия. Рассматривается механизм распространения излучения, рассеянного в разных точках атмосферной среды: интерференция сферической и плоской волн. Приводится метод оценки зоны чувствительности.

Лекция 12. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматривается ветровой профилометр. Изучается принцип конического сканирования. поля скорости ветра. Приводится метод оценки вертикальной и горизонтальной составляющих скорости ветра.

Лекция 13. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматривается лидарное измерение турбулентности атмосферы. Изучается взаимодействие зондирующего лазерного излучения с атмосферной турбулентностью. Изучаются параметры, характеризующие атмосферную оптическую турбулентность. Вводится понятие структурной постоянной атмосферной турбулентности. Рассматриваются модели высотного профиля структурной постоянной. Вводится понятие радиуса когерентности. Изучаются методы учета влияния турбулентности на работу гетеродинного лидара.

Лекция 14. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматриваются лазерные измерительные системы. Изучается устройство и принцип действия лазерного

дальномера. Рассматривается методика энергетического расчета импульсного лазерного дальномера.

Лекция 15. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматривается панорамный метод PIV для мониторинга распределения поперечных компонент скорости газовых сред.

Лекция 16. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматриваются системы дистанционной сканирующей диодной лазерной спектроскопии.

Лекция 17. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматривается лазерно-доплеровский измеритель скорости объектов (лазерный радар) с внутрирезонаторным усилением.

Аудиторный практикум - 2 часа.

Практическая работа №5. Расчет параметров лазерного дальномера

Форма выполнения – индивидуальная, в компьютерном классе. Рассматривается методика расчета параметров импульсного лазерного дальномера. В компьютерном классе студенты проводят расчет параметров по индивидуальным исходным данным.

Управление самостоятельной работой студента – 6 часов.

Консультации по содержанию раздела и выполнению индивидуальных заданий, оформлению результатов, проверка отчетов о выполнении индивидуальных заданий – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 часа, из них 51 час аудиторных занятий и 93 часа, 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 порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в п.4 Рабочей программы и в Приложении 5 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
Раздел 1. Физические основы лидарного зондирования газовых сред.			
Усвоение материала лекции №1	Повторение сведений о физических основах лазерного зондирования газовых сред, о механизмах рассеяния и затухания лазерного зондирующего излучения в атмосфере. Повторяется понятие атмосферы и ее характеристик.	1	См. источник 1 (Глава 1), источник 2 (Глава 10) из списка основной литературы и 1 (Глава 2) из списка дополнительной литературы, материалы лекции №1, а также сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекции №2	Повторяется вывод простейшего лидарного уравнения. Повторяются основные зависимости и составляющие. Повторяется методика решения лидарного уравнения. Повторяется функциональная схема простейшего лидара.	2	См. источник 1 (Глава 3), источник 2 (Глава 10) из списка основной литературы и 1 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, материалы лекции №2, а также сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекции №3	Повторение сведений об оптических свойствах атмосферы. Вспоминается понятие метеорологической дальности видимости (МДВ). Повторяется зависимость показателей рассеивания и затухания от длины волны лазерного излучения и высоты над земной поверхностью.	1	См. источник 1 (Глава 1), источник 2 (Глава 10) из списка основной литературы и 1 (Глава 2) из списка дополнительной литературы, материалы лекции №3, а также сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекции №4	Повторение сведений о взаимодействии лазерного излучения с компонентами атмосферной среды: газами и аэрозолями. Повторяются механизмы рассеяния излучения на аэрозольных частицах, рэлеевское рассеяние, основы теории Ми, характеристика направленности аэрозольного и молекулярного рассеяния, индикатриса рассеяния частиц разного размера.	1	См. источник 1 (Глава 1,2), источник 2 (Глава 10) из списка основной литературы и 1 (Глава 3) из списка дополнительной литературы, материалы лекции №4, а также сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала практического занятия №1	Повторение методики моделирования вертикального распределения параметров стандартной атмосферы.	3	См. источник 1 (Глава 1), источник 2 (Глава 10) из списка основной литературы и 1 (Глава 2) из списка дополнительной литературы, материалы лекции №1,3, практического занятия №1, а также сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала практического занятия №2	Повторение методики моделирования поглощающей и рассеивающей атмосферной трассы.	3	См. источник 1 (Глава 1), источник 2 (Глава 10) из списка основной литературы и 1 (Глава 2) из списка дополнительной литературы, материалы лекции №1,3, практического занятия №2, а также сведения из <i>Internet</i> .

Подготовка к выполнению и защите практической работы №1	Повторение методики моделирования лидарного сигнала для различных атмосферных условий. Анализ задания по практической работе. Обработка и оформление отчета. Подготовка к защите практической работы.	5	См. источник 1 (Глава 2,3), источник 2 (Глава 13) из списка основной литературы и 1 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, указания к практической работе, а также сведения из <i>Internet</i> .
Итого по разделу 1	16 часов		
Раздел 2. Регистрация электромагнитного излучения			
Усвоение материала лекции №5	Повторение сведений о видах и характеристиках приёмников оптического излучения (NER, обнаружительная способность, квантовая эффективность, темновой ток, ампер-ваттная чувствительность, полоса пропускания, ток насыщения). Повторяются понятие соотношения сигнал/шум (SNR), приемлемые значения SNR.	2	См. источник 1 (Глава 2), источник 2 (Глава 10) из списка основной литературы, материалы лекции №5, а также сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекции №6	Повторение и осмысление сведений о шумах фотоприёмных устройств. Повторяются основные источники шумов: дробовый шум (формула Шоттки); тепловой шум. Формула Найквиста. Спектральная плотность теплового шума. Шум считывания. Шум темнового тока. Шум оцифровки. Фликер-шум. Суммарный шум лидарных измерений.	1	См. источник 1 (Глава 2), источник 2 (Глава 13) из списка основной литературы, материалы лекции №6, а также сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекции №7	Повторение сведений о методах приема слабых оптических сигналов: прямое детектирование, гетеродинный прием, метод счета фотонов. Преимущества, недостатки и области применения этих методов.	1	См. источник 1 (Глава 2), источник 2 (Глава 13) из списка основной литературы, материалы лекции №6, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите практической работы №2	Повторение методики расчета геометрического фактора различных типов лидарного тракта. Анализ задания по практической работе. Обработка и оформление отчета. Подготовка к защите практической работы.	5	См. источник 1 (Глава 3), источник 2 (Глава 10) из списка основной литературы, указания к практической работе, а также сведения из <i>Internet</i> .
Итого по разделу 2	9 часов		
Раздел 3. Простейшие лидарные системы			
Усвоение материала лекций №8-10	Повторение и осмысление сведений о простейших лидарных системах. Повторяются методы оценки проектных параметров, методика расчета соотношения сигнал/шум различных типов лидаров.	4	См. источник 1 (Главы 2,4), источник 2 (Главы 10-13,21) из списка основной литературы, материалы лекций №8-10, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите практической работы №3	Повторение методики расчета отношения сигнал/шум для лидарных систем. Анализ задания по практической работе. Обработка и оформление отчета. Подготовка к защите практической работы	5	См. источник 1 (Глава 3), источник 2 (Главы 10-13) из списка основной литературы и 1 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, материалы лекций №8-10, указания к практической работе, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите практической работы №4	Повторение методики обработки данных лидарного зондирования. Анализ задания по практической работе. Обработка и оформление отчета. Подготовка к защите практической работы	5	См. источник 1 (Главы 2,3), источник 2 (Главы 10-13) из списка основной литературы и 1 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, указания к практической работе, а также сведения из <i>Internet</i> .

Усвоение материала практического занятия №7	Повторение методики восстановления оптических характеристик атмосферы по данным лидарного зондирования.	3	См. источник 1 (Главы 2,3), источник 2 (Главы 10-13) из списка основной литературы и 1 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, материалы практического занятия №7, а также сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала практического занятия №8	Повторение методики восстановления концентрации газовых примесей по данным лидарного зондирования	3	См. источник 1 (Главы 2,3), источник 2 (Главы 10-13) из списка основной литературы и 1 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, материалы практического занятия №8, а также сведения из <i>Internet</i> .
Итого по разделу 3		20 часов	
Раздел 4. Современное применение дистанционного зондирования			
Усвоение материала лекций №11-13	Повторение сведений о лазерных системах для мониторинга ветрового поля и турбулентности атмосферы. Повторяется устройство и принцип действия доплеровского лидара непрерывного действия, профилометра, импульсного гетеродинного лидара. Повторяются сведения о механизмах распространения излучения атмосферной средой.	3	См. источник 1 (Главы 5,6,7), источник 2 (Глава 13) из списка основной литературы и 1 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, материалы лекций №11-13, а также сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекций №14	Повторение сведений о лазерных измерительных системах. Повторяется методика расчета импульсного лазерного дальномера.	1	См. источник 2 (Глава 1) из списка основной литературы и 1 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, материалы лекции №14, а также сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекций №15	Повторение сведений о панорамном методе РЛВ для мониторинга распределения поперечных компонент скорости газовых сред.	1	См. источник 1 (Глава 5, 6, 7), источник 2 (Глава 3, 12, 13) из списка основной литературы и 1 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, материалы лекции №15, а также сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекций №16	Повторение сведений о системах дистанционной сканирующей дной лазерной спектроскопии.	1	См. источник 2 (Глава 12) из списка основной литературы, источник 1 (Глава 4), источник 2 из списка дополнительной литературы, материалы лекции №16, а также сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекций №17	Повторение сведений о лазерно-доплеровском измерителем скорости объектов (лазерном радаре) с внутрирезонаторным усилением.	1	См. источник 1 (Главы 1,6), источник 2 (Глава 3, 21) из списка основной литературы и 1 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, материалы лекции №17, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите практической работы №5	Повторение методики обработки данных лидарного зондирования. Анализ задания по практической работе. Обработка и оформление отчета. Подготовка к защите практической работы	5	См. источник 1 (Главы 2,3), источник 2 (Главы 10-13) из списка основной литературы и 1 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, указания к практической работе, а также сведения из <i>Internet</i> .
Экзамен. Подготовка к сессии.	Экзаменационные билеты.	36	Материалы лекционных и практических занятий. Основная и дополнительная литература, а также сведения из <i>Internet</i>
Итого по разделу 4		48 часов	
Всего		93 часа	

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	При подготовке к практическому занятию рекомендуется повторить теоретические сведения по предыдущей теме занятия в соответствии с указаниями в таблице Приложения 3 к настоящей рабочей программе. После проведения занятия с целью подготовки к экзамену, а также наилучшего усвоения изученного материала самостоятельно разобрать рассмотренные задачи и задачи на те же темы из рекомендованной литературы. В случаях затруднений обращаться к преподавателю на очередном практическом занятии или на консультации.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо повторить все изученные темы по рекомендованной литературе, повторно разобрать задачи, рассмотренные на практических занятиях. Рекомендуется готовить конспекты или тезисы ответов на экзаменационные вопросы.

Перечень экзаменационных вопросов по дисциплине «Лидарные системы»

1. Случайные процессы с нормальной функцией распределения и заданным СКО (дополнение к вопросу – понятие об автокорреляционной функции и энергетическом спектре случайного процесса).
2. Понятие о механизмах рассеяния, поглощения и затухания излучения в атмосфере.
3. Рассеяние излучения на аэрозольных частицах. Теория Ми (понятие об отношении d/l ; график зависимости $4s/pd^2$ от d/l ; охарактеризовать режимы: рэлеевский, Ми, геометрический).
4. Свойства рассеивающей среды (понятие о b , b_π , a , m , σ ; связь b и b_π ; связь a и b ; закон Бугера; индикатриса рассеяния).
5. Вывод простейшего лидарного уравнения. Функциональная схема аэрозольного лидара.
6. Параметры фотоприемных устройств (пер, темновой ток, ампер-ваттная чувствительность, полоса пропускания, ток насыщения; формула Шоттки; понятие SNR, понятие сигнала и шума, приемлемые значения SNR).
7. Характерная форма лидарного сигнала. Понятие о геометрическом факторе.
8. Решение простейшего лидарного уравнения (постановка задачи, уравнение, начальные условия и допущения).
9. Индикатриса рассеяния «большой» непрозрачной сферической зеркальной частицы.

10. Понятие о когерентном приеме слабого оптического сигнала. Функциональная схема импульсного гетеродинного лидара (понятие о продольной когерентности э/м излучения, понятие о времени когерентности и ширине линии).

11. SNR для импульсного гетеродинного лидара (источники шума, вывод соотношения SNR при $a, b = \text{const}$).

12. Оптимальная мощность локального осциллятора для импульсного гетеродинного лидара (с учетом шумов приемника и насыщения приемника).

13. Доплеровский импульсный лидар (эффект Доплера; модель интерференции рассеянного излучения, имеющего доплеровский сдвиг с опорным «сдвинутым» излучением локального осциллятора).

14. Понятие о приеме слабых оптических сигналах методом счета фотонов (принцип работы ФЭУ; требования на полосу пропускания системы, исходя из требований на SNR).

15. Непрерывный гетеродинный измеритель скорости ветра (функциональная схема; интерференция сферической и плоской волн, длина чувствительной зоны; зависимость длины чувствительной зоны от дистанции фокусировки).

16. Измеритель профиля вектора скорости ветра (принцип конического сканирования).

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ Паспорт фонда оценочных средств

Паспорт фонда оценочных средств													
КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (СЕМИНАР)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОПК-1	ПСК-3	ПСК-4	
5	10	1	Раздел 1. Физические основы лидарного зондирования газовых сред	30	14	8	6	-	16	25%	35%	0%	Э, Т, ПРН1
		2	Раздел 2. Регистрация электромагнитного излучения	17	8	6	2	-	9	25%	15%	30%	Э, Т, ПРН2
		3	Раздел 3. Простейшие лидарные системы	33	13	6	7	-	20	25%	35%	40%	Э, Т, ПРН3, ПРН4
		4	Раздел 4. Современные применения дистанционного лазерного зондирования	64	16	14	2	-	48	25%	15%	30%	Э, Т, ПРН5
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ				144	51	34	17	-	93	100%	100%	100%	

Э – вопросы к экзамену, Т – тестирование, ПР – практическая работа.

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

- комплекты тестовых вопросов по теме размещены в ПО «Ментор» составе УМК по дисциплине;
- комплект индивидуальных заданий к практическим работам в составе УМК по дисциплине;
- комплект экзаменационных билетов, приведен в УМК по дисциплине.

Критерии оценивания

Практические работы (ПР)

Допуск к ПР:

- допуск к выполнению первой ПР не предусмотрен.
- для допуска к выполнению второй, третьей и четвертой ПР необходима защита ПР №1.

Требования к выполнению ПР:

По всем ПР необходимо выполнить поставленную задачу согласно заданию к ПР, а также внимательно прочитать сопутствующую информацию о программном обеспечении, в котором осуществляется работа.

Отчет по ПР:

К каждой практической работе необходимо подготовить отчет в электронном виде. После выполнения отчета его необходимо предоставить на проверку преподавателю (либо

лично, либо посредством электронной почты). При выполнении отчета руководствоваться ГОСТ 7.32-2001. Состав отчета описывается в постановке задачи каждой ПР.

Защита ПР:

Защита ПР предусматривает обсуждение порядка решения, предусмотренных ее тематикой задач, включая проверку усвоения студентом соответствующих теоретических знаний. Студенту необходимо ответить на 3-5 теоретических вопросов. При неуверенных или неточных ответах количество вопросов может быть увеличено.

Тестирование

Контроль усвоения лекционного материала студентов производится в автоматическом режиме за счет применения ПО «Ментор», представляющего собой веб-приложение, в котором клиентом выступает браузер, а сервером – веб-сервер. Доступ студентов к ПО «Ментор» осуществляется через любой интернет браузер, установленный на любом устройстве, имеющем доступ в сеть Интернет с помощью индивидуального логина и пароля. В конце каждой лекции присутствующим студентам предлагается ответить на один из вопросов по теме изложенной лекции. Результаты тестирования обобщаются с помощью балльно-рейтинговой системы (БАРС). Основным критерием назначения баллов служит способность студента отвечать на тест за минимальное число попыток. Необходимым условием получения допуска к экзамену является успешное прохождение всех тестов.

Экзамен

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме экзамена. Допуск к экзамену оформляется при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий (раздел 4 рабочей программы). Экзамен включает в себя ответы на теоретические вопросы.

Оценка «отлично» выставляется при развернутых и точных ответах на 2 теоретических вопроса. Оценка «хорошо» выставляется при точном и полном ответе на 1-ый теоретический вопрос, и неточном ответе на 2-ой теоретический вопрос. Оценка «удовлетворительно» выставляется либо при правильном ответе на один теоретический вопрос. Оценка «неудовлетворительно» выставляется при неправильных ответах на теоретические вопросы.

СПРАВКА

о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы
(справка является неотъемлемой частью УМК дисциплины)

1. Наименование дисциплины: **Лидарные системы**
2. Кафедра: **И1 Лазерная техника**

3. Перечень основной учебной литературы (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, НМС, другого министерства или ведомства, выходные данные, количество экземпляров):

1. Коняев, Максим Анатольевич. Лазерное зондирование атмосферы [Текст] : учебное пособие [для вузов] / М. А. Коняев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2015. - 100 с. : граф., схемы, табл., фото. - Библиогр.: с. 99. - Контр. вопросы: с. 99. - ISBN 978-5-85546-890-8 – 43 экз.

2. Коняев, Максим Анатольевич. Лазерное зондирование атмосферы [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / М. А. Коняев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2015. - 1 эл. жестк. диск : цв. : граф., схемы, табл., фото. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02416.pdf. - Библиогр.: с. 100. - Контр. вопросы: с. 100. - ISBN 978-5-85546-890-8.

3. Лазеры: применения и приложения [Текст] : учебное пособие для вузов / А. С. Борейшо [и др.] ; ред. А. С. Борейшо ; , БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : Лань, 2016. - 519 с. : 4 вкл. л., схемы, табл., фот. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Авторы указ. на с. 519. - Библиогр. в конце глав. - Контр. вопросы: в конце глав. - Прил.: с. 490-510. - ISBN 978-6-8114-2234-0. – 16 экз.

4. Лазеры: применения и приложения [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. С. Борейшо [и др.] ; ред. А. С. Борейшо. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Лань, 2016. - 1 эл. жестк. диск : цв. : 4 вкл. л., схемы, табл., фот. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02573.pdf. - Авторы указ. на с. 519. - Библиогр. в конце глав. - Контр. вопросы: в конце глав. - Прил.: с. 490-510. - ISBN 978-6-8114-2234-0

5. Привалов, Вадим Евгеньевич. Лазеры и экологический мониторинг атмосферы [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Е. Привалов, А. Э. Фотиади, В. Г. Шеманин. - СПб. : Лань, 2013. - 287 с. : граф., схемы, табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-8114-1370-6 – 15 экз.

4. Перечень дополнительной литературы (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, НМС, другого министерства или ведомства, выходные данные, количество экземпляров):

1. Лазерный контроль атмосферы [Текст] : пер. с англ. / ред. Э. Д. Хинкли. - М. : Мир, 1979. - 416 с. : граф., табл., схемы. - Авторы: с. 9-10. - Библиогр.: с. 409-412. - Библиогр. в конце глав. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - Список обознач.: с. 14-21. -- 1 экз.

2. Лазерный контроль атмосферы [Электронный ресурс] : пер. с англ. / ред. Э. Д. Хинкли. Электрон. текстовые дан. - М. : Мир, 1979. - 1 эл. жестк. диск : граф., табл., схемы. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01625.djvu. - Авторы: с. 9-10. - Библиогр.: с. 409-412. - Библиогр. в конце глав. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - Список обознач.: с. 14-21

3. Лебедева, Вера Владимировна. Техника оптической спектроскопии [Текст] : учебное пособие для вузов / В. В. Лебедева. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Изд-во МГУ, 1986. - 352 с. : граф., рис., табл. - Библиогр.: с. 338-343. - Приложение: с. 330-337. - Предметный указ.: с. 344-352. -- 1 экз.

4. Горелик, Давид Ошерович. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов [Текст] : Аэроаналитические измерения / Д. О. Горелик, Л. А. Конопелько. - М. : Изд-во стандартов, 1992. - 433 с. : граф., рис., табл. - Библиогр.: с. 421 - 431. - ISBN 5-7050-0109-6. -- 1 экз.

5. Банах, Виктор Арсентьевич. Когерентные доплеровские ветровые лидары в турбулентной атмосфере [Текст] / В. А. Банах, И. Н. Смалихо ; Рос. акад. наук, Ин-т оптики атмосферы им. В. Е. Зуева. - Томск : Изд-во ИОА СО РАН, 2013. - 303 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 273-292. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - Список сокращ. и обозн.: с. 293-300. - ISBN 978-5-94458-136-5 -- 1 экз.

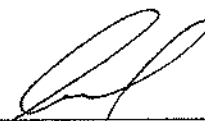
6. Зуев, Владимир Евсеевич. Обратные задачи лазерного зондирования атмосферы [Текст] / В. Е. Зуев, И. Э. Наац; Ред. М. В. Кабанов. - Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1982. - 242 с : ил. - Библиогр.: с.235-240 -- 1 экз.

7. Зуев, Владимир Владимирович. Лидарный контроль стратосферы [Текст] / В. В. Зуев ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние, Ин-т оптики атмосферы. - Новосибирск : Наука, 2004. - 306 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр. в конце глав. - Дополнит. аннот., оглавл. на англ. яз. - ISBN 5-02-032419-1-- 1 экз.

8. Лазерные приборы дистанционного зондирования молекул загрязняющих веществ в атмосфере [Текст] : учебное пособие для вузов / Э. И. Воронина [и др.] ; Кубан. гос. технолог. ун-т, Новоросс. политехн. ин-т. - Новороссийск : Изд-во НПИ, 2009. - 115 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 110-115. - Контр. вопросы и задания: в конце глав. - ISBN 5-7422-1467-7 -- 1 экз.

9. Привалов, Вадим Евгеньевич. Параметры лидаров для дистанционного зондирования газовых молекул и аэрозоля в атмосфере [Текст] : учебное пособие / В. Е. Привалов, В. Г. Шеманин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2001. - 56 с. : табл., ил. - Библиогр.: с. 54-55 -- 2 экз.

Директор библиотеки



(Н.В. Сесина)

Дата