

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор - проректор по
образовательной деятельности

Бородавкин В.А.

2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ СПЕКТРОСКОПИИ

(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

И 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								
6	11	5	180	51	34	17	-	-	-	129	-	-	-	-	129	ЭКЗ

Начальник отдела основных образовательных программ

« 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., проф., д.т.н.



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

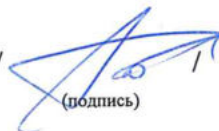
рабочей программы

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)



(подпись)

Программа рассмотрена

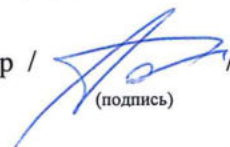
на заседании выпускающей кафедры

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)



(подпись)

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)

(подпись)



Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 08 2019 г.

Директор библиотеки БГТУ Сесина Н.В.

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

(подпись)



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
---	-------------------

Формированию указанных компетенций служит достижение следующих результатов образования:

знания:

на уровне представлений:

- обладать знаниями теоретических основ методов инфракрасной (ИК) спектроскопии (ОПК-1);
- основных понятий и законов геометрической оптики, пределы применимости геометрической оптики (ОПК-1);

на уровне воспроизведения:

- методик оценки результатов спектрального анализа (ОПК-1).

на уровне понимания:

- знать основы получения, обработки и интерпретации данных спектрального анализа (ОПК-1);
- знать область применения и точность ИК спектроскопии (ОПК-1);

умения:

теоретические:

- уметь интерпретировать результаты спектрального анализа (ОПК-1);

практические:

- пользоваться современными компьютерными программами, используемыми при работе ИК приемников излучения (ОПК-1);
- пользоваться современными базами данных спектральных характеристик веществ (ОПК-1);
- оформлять результаты экспериментов по общепринятым правилам (ОПК-1);

навыки:

- количественного спектрального анализа с помощью электронной ИК спектроскопии (ОПК-1);
- интерпретации экспериментальных данных (ОПК-1).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **Основы спектроскопии** является дисциплиной **вариативной части** цикла Блока 1 программы.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: **Основы оптики, Прикладная оптика, Методы оптико-физических и лазерных измерений** и служит для ознакомления слушателей с основами физических принципов, областей применения, аппаратурой исследований ИК-спектроскопии. Студенты приобретают навыки исследования структуры и количественного анализа веществ, а также навыки эксплуатации современного оборудования в указанной области излучения.

Дисциплина является основой для освоения следующих дисциплин: **Научно-исследовательская работа, Преддипломная практика.**

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 5 зачетных единиц, 180 часов.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ ОПК-1
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (СЕМИНАР)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		
6	11	1	Раздел 1. Основные параметры ИК-спектроскопии 1.1 Обзор приложений ИК-спектроскопии. 1.2 История. 1.3 Возможности и ограничения ИК-спектроскопии. 1.4 Определения основных понятий.	8	2	2	-	-	6	30%
		2	Раздел 2. Аппаратура для исследования ИК-спектров 2.1 Физика ИК-излучения. 2.2 Источники излучения. Оптические системы. 2.3 Приемники излучения. 2.3.1 Диспергирующие спектрометры. 2.3.2 Многощелевые монохроматоры. 2.3.3 Недиспергирующие приборы. 2.3.4 Перестраиваемые лазеры. 2.3.5 Оптико-акустические спектрометры. 2.3.6 Фурье-спектрометры. 2.3.7 Спектрофотометры.	47	13	8	-	5	34	30%
		3	Раздел 3. Базы данных спектров 3.1 Источники, находящиеся в свободном доступе. 3.2 Принципы организации данных, методы использования баз спектров.	8	2	2	-	-	6	10%
		4	Раздел 4. Краткие сведения из теории ИК-спектров 4.1 Вращательные и колебательные спектры. 4.2 Контур линии. Доплеровский и Лоренцев контуры. Контур Фойгта. 4.3 Понятие интенсивности линии. Обертоны.	30	6	6	-	-	24	10%
		5	Раздел 5. Интерпретация спектров 5.1 Идентификация неизвестных веществ. 5.2 Анализ смесей. 5.3 Анализ пространственно-удаленных объектов. 5.4 Метод дифференциального поглощения. 5.5 Метод LIBS.	51	17	10	-	7	34	10%
		6	Раздел 6. Количественный спектральный анализ 6.1 Закон Бугера – Ламберта - Бэра. Отклонения от закона БЛБ. 6.2 Анализ многокомпонентных смесей в условиях выполнения закона БЛБ. 6.3 Анализ следовых количеств веществ.	36	11	6	-	5	25	10%
		ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ				180	51	34	-	17

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Наименование лаборатории	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные параметры ИК-спектроскопии	Динамический Фурье-спектрометр. Тепловое излучение тела	Компьютерный класс каф. И1	5
2	Раздел 5. Интерпретация спектров	Определение показателя поглощения вещества по спектру поглощения. Оптимизация призмы НПВО ИК Фурье-спектрометра	Компьютерный класс каф. И1	7
3	Раздел 6. Количественный спектральный анализ	Оценка чувствительности спектрального прибора	Компьютерный класс каф. И1	5
Итого:				17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	время (час)
		СРС
Раздел 1. Основные параметры ИК-спектроскопии	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе	6
Раздел 2. Аппаратура для исследования ИК-спектров	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе	24
	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Динамический Фурье-спектрометр. Тепловое излучение тела»	10
Раздел 3. Базы данных спектров	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе	6
Раздел 4. Краткие сведения из теории ИК-спектров	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе	24
Раздел 5. Интерпретация спектров	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе	24
	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Определение показателя поглощения вещества по спектру поглощения. Оптимизация призмы НПВО ИК Фурье-спектрометра»	10
Раздел 6. Количественный спектральный анализ	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе	18
	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оценка чувствительности спектрального прибора»	7
ВСЕГО:		129

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
II			ЛР1							ЛР1				ЛР1			

Условные обозначения:

- ЛР1 – сдача одной лабораторной работы.

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

- выполнение и защита лабораторных работ.
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача отчетов к лабораторным работам.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра. Результат рубежной аттестации определяется как оценка степени выполнения графика контрольных мероприятий (раздел 4 рабочей программы) на дату проведения аттестации:

- выполнение и защита одной лабораторной работы из числа предусмотренных на семестр.

Промежуточный контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена (ответы на теоретические вопросы, решение задачи). Экзамену предшествует допуск, который оформляется по результатам выполнения предусмотренных рабочей программой контрольных мероприятий:

- успешное выполнение и защита всех лабораторных работ.

Фонды оценочных средств, включающие комплекты вопросов для экзамена, варианты лабораторных работ, 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. Ишанин, Геннадий Григорьевич. Приёмники оптического излучения [Текст] : учебник [для вузов] / Г. Г. Ишанин, В. П. Челибанов ; ред. В. В. Коротаев. - СПб. : Лань, 2014. - 303 с. : граф., схемы, табл. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Об авторах: послед. с. обл. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 296-299. - Сокращ.: с. 6-7. - Обознач.: с. 8-18. - Прил.: с. 259-295. - ISBN 978-5-8114-1048-4.

5.2. Дополнительная литература:

1. Харрик, Н. Спектроскопия внутреннего отражения [Текст] : пер. с англ. / Н. Харрик ; пер.: В. М. Золотарёв, В. А. Берштейн ; ред. пер. В. А. Никитин. - М. : Мир, 1970. - 335 с. : ил., граф. - Библиогр.: с. 282-301, 330-333. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - Указатель обознач.: с. 9-10.

2. Тарасов, Константин Иванович. Спектральные приборы [Текст] / К. И. Тарасов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1977. - 367 с. : граф., рис., схемы, табл. - Библиогр.: с. 359-365. - Приложение: с. 357-358.

3. Нагибина, Ирина Михайловна. Спектральные приборы и техника спектроскопии [Текст] : учебное пособие для вузов / И. М. Нагибина, В. К. Прокофьев ; ред. В. К. Прокофьев. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - Л. : Машиностроение, 1967. - 324 с. : граф., рис., табл., фото. - Библиогр. в конце параграфов. - Приложения: с. 278-321.

4. Лобачёв, Виталий Владимирович. Лазерные системы специального назначения [Электронный ресурс] : в 2 ч. / В. В. Лобачёв, С. Ю. Страхов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2007. Ч. 1 : Биометрические технологии в задаче идентификации личности. - 2007. - 1 эл. жестк. диск : цв. : обр., схемы, табл., фото. - Библиогр.: с. 28

5. Лобачёв, Виталий Владимирович. Лазерные системы специального назначения [Электронный ресурс] : в 2 ч. / В. В. Лобачёв, С. Ю. Страхов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2007. Ч. 2 : Лидарные комплексы для дистанционного зондирования атмосферы. - 2007. - 1 эл. жестк. диск : цв. : обр., схемы, табл., фото. - Библиогр.: с. 20.

6. Демтрёдер, Вольфганг. Современная лазерная спектроскопия [Текст] : [учебное пособие для вузов] : пер. с англ. / В. Демтрёдер. - Долгопрудный : Интеллект, 2014. - 1071 с. : граф., схемы, табл. - Задачи: в конце глав. - Решения задач: с. 1016-1071. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - ISBN 978-5-91559-114-0

7. Спектральные методы анализа [Текст] : практическое руководство : учебное пособие для вузов / В. И. Васильева [и др.] ; ред.: В. Ф. Селеменев, В. Н. Семёнов. - СПб. : Лань, 2014. - 412 с. : граф., схемы, табл. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр. в конце глав. - Список обознач. и сокращ.: с. 9-10. - Лаб. раб.: в конце глав. - Контр. вопросы: в конце разд. - ISBN 978-5-8114-1638-7

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

1. <http://e.lanbook.com/> ЭБС издательства «Лань».
2. <http://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"

5.4. 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, а также пакеты прикладных программ для расчетов, программа FSpec.

5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса:

- применение средств мультимедиа в образовательном процессе;
- 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. Лабораторные занятия:

- 1) комплект электронных презентаций/слайдов;
- 2) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер);
- 3) лаборатория, оснащенная ИК Фурье-спектрометром;
- 4) компьютерный класс;
- 5) пакеты ПО общего назначения пакет офисных приложений Microsoft Office, Google Chrome, PDF Adobe Reader, пакет прикладных программ для расчетов, программа FSpec.

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 «Основы спектроскопии» является дисциплиной вариативной части цикла Блока I программы подготовки студентов по направлению 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии». 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 компетенций ОПК-1 выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами физических принципов, областей применения, аппаратурой исследований ИК спектроскопии. Студенты приобретают навыки исследования структуры и количественного анализа веществ, а также навыки эксплуатации современного оборудования в указанной области излучения.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

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

- выполнение и защита лабораторных работ.
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача отчетов к лабораторным работам.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра. Результат рубежной аттестации определяется как оценка степени выполнения графика контрольных мероприятий (раздел 4 рабочей программы) на дату проведения аттестации:

- выполнение и защита одной лабораторной работы из числа предусмотренных на семестр.

Промежуточный контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена (ответы на теоретические вопросы, решение задачи). Экзамену предшествует допуск, который оформляется по результатам выполнения предусмотренных рабочей программой контрольных мероприятий:

- успешное выполнение и защита всех лабораторных работ.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (34 часа), лабораторные (17 часов) занятия и 129 часов 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 (электронный конспект лекций, электронные версии учебных и практических пособий, рекомендованных для изучения дисциплины) при подготовке к лекционным занятиям и лабораторным работам; взаимодействие с преподавателем вне часов расписания занятий посредством *Internet*.

Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности.

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. Основные параметры ИК-спектроскопии

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Лекция 1. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматриваются основные параметры ИК спектроскопии. Обсуждаются история, возможности и ограничения использования ИК спектроскопии.

Управление самостоятельной работой студента – 2 часа.

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

Раздел 2. Аппаратура для исследования ИК-спектров

Теоретические занятия (лекции) - 8 часов.

Лекция 2. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматривается физика ИК излучения. Обсуждаются применяемые в ИК спектроскопии источники излучения, основные используемые оптические системы.

Лекция 3. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Обсуждаются применяемые в ИК спектроскопии приборы для регистрации инфракрасных спектров – диспергирующие спектрометры, многощелевые монохроматоры, недиспергирующие приборы, перестраиваемые лазеры.

Лекция 4. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Обсуждаются применяемые в ИК спектроскопии приборы для регистрации инфракрасных спектров – оптико-акустические приборы, Фурье-спектрометры, спектрофотометры. Изучаются сведения о нарушенном полном внутреннем отражении (метод НПВО). Рассматриваются вопросы выбора, оптимизации, проверки и калибровки спектрофотометра.

Лекция 5. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Повторение теоретического материала по разделу курса. Приводится пример решения задач по оценке параметров приемников ИК излучения.

Лабораторный практикум - 5 часов, 1 лабораторная работа.

Лабораторная работа №1. Динамический Фурье-спектрометр. Тепловое излучение тела.

Форма выполнения – работа в группе по 5 человек. Цель работы – получить графики зависимости распределения излучения источника в зависимости от длины волны. С помощью профиля пропускания в режиме работы спектрометра построить профиль поглощения для указательного пальца. Сделать выводы по результатам, полученным экспериментальными и теоретическими методами.

Управление самостоятельной работой студента – 2 часа.

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

Раздел 3. Базы данных спектров.

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Лекция 6. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Обсуждаются источники с базами данных спектров, находящиеся в свободном доступе. Основные – базы данных HITRAN и GEISA. Объясняются принципы организации данных в базах, методы использования.

Управление самостоятельной работой студента – 2 часа.

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

Раздел 4. Краткие сведения из теории ИК-спектров

Теоретические занятия (лекции) - 6 часов.

Лекция 7. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Обсуждаются особенности колебательных и вращательных спектров в ИК диапазоне. Исследуются спектры некоторых веществ.

Лекция 8. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Обсуждается понятие контура спектральной линии, ширины и уширения спектральной линии. Рассматриваются доплеровский и лоренцев контуры, контур Фойта.

Лекция 9. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Обсуждается понятие интенсивности линии. Интенсивность спектральной линии в зависимости от концентрации вещества. Рассматриваются обертоны в сложных спектрах.

Управление самостоятельной работой студента – 2 часа.

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

Раздел 5. Интерпретация спектров

Теоретические занятия (лекции) - 8 часов.

Лекция 10. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматривается принцип идентификации неизвестных веществ по характерным особенностям ИК спектров.

Лекция 11. Форма проведения – теоретическое занятие. Обсуждаются особенности анализа смесей различных веществ. Влияние концентрации веществ в смеси на получаемый спектр.

Лекция 12. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Обсуждаются особенности анализа пространственно-удаленных объектов с помощью методов ИК спектроскопии. Рассматриваются достоинства и недостатки.

Лекция 13. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Обсуждается основной принцип ИК спектроскопии – метод дифференциального поглощения, основанный на резонансном поглощении ИК излучения в пределах селективной линии поглощения. Приводится пример расчета параметров различных веществ методом дифференциального поглощения.

Лабораторный практикум - 7 часов, 1 лабораторная работа.

Лабораторная работа №2. Определение показателя поглощения вещества по спектру поглощения. Оптимизация призмы НПВО ИК Фурье-спектрометра

Форма выполнения – работа в группе по 5 человек. Цель работы – получить графики спектров исследуемых веществ. По полученным спектрам оценить показатель поглощения. Произвести теоретическую оптимизацию призмы НПВО (подобрать геометрические параметры

призмы) для получения наиболее качественного сигнала, используя закон Бугера-Ламберта-Бера. В работе используется ИК Фурье спектрометр и приложение FSpes.

Управление самостоятельной работой студента – 2 часа.

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

Раздел 6. Количественный спектральный анализ

Теоретические занятия (лекции) - 8 часов.

Лекция 14. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматривается закон Бугера-Ламберта-Бера. Отклонения от закона - немонотонность излучения, изменение характера поглощающих веществ (разбавление, гидролиз и др.)

Лекция 15. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Обсуждаются особенности анализа многокомпонентных смесей в условиях выполнения закона БЛБ.

Лекция 16. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Обсуждаются анализ следовых количеств веществ с помощью метода НПВО и закона Бугера-Ламберта-Бера. Приводится пример расчета концентраций веществ с помощью закона Бугера-Ламберта-Бера.

Лекция 17. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Обобщение и систематизация теоретических и фактических знаний, полученных в рамках курса.

Лабораторный практикум - 5 часов, 1 лабораторная работа.

Лабораторная работа №3. Оценка чувствительности спектрального прибора

Форма выполнения – работа в группе по 5 человек. Цель работы – по полученным спектрам вещества рассчитать минимально обнаружимую концентрацию вещества, используя закон Бугера-Ламберта-Бера, теорию теплового излучения и расчета шумов приемника. В работе используется ИК Фурье спектрометр и приложение FSpes.

Управление самостоятельной работой студента – 2 часа.

Консультации по содержанию раздела – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 часов, из них 51 час аудиторных занятий и 129 часов, 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. Основные параметры ИК спектроскопии			
Усвоение материала лекционного занятия № 1 Разделы 1.1-1.4	Повторение и осмысление сведений об основных параметрах ИК спектроскопии, возможностях и ограничениях использования ИК спектроскопии.	6	См. источник 2 (Глава 8) из списка дополнительной литературы, а также материалы лекционного занятия №1 и сведения из <i>Internet</i> .
Итого по разделу 1			
Раздел 2. Аппаратура для исследования ИК спектров			
Усвоение материала лекционного занятия № 2 Разделы 2.1-2.2	Повторение и осмысление сведений о физике ИК излучения. Обсуждаются применяемые в ИК спектроскопии источники излучения, основные используемые оптические системы.	6	См. источник 1 (Глава 1, часть 2) из списка основной литературы, источник 2 (Глава 8), 6 (Глава 5) из списка дополнительной литературы, а также материалы лекционного занятия №2 и сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекционного занятия № 3 Разделы 2.3.1-2.3.4	Повторение и осмысление сведений о применяемых в ИК спектроскопии приборах для регистрации инфракрасных спектров – диспергирующих спектрометров, многоцелевых монохроматорах, недиспергирующих приборов, перестраиваемых лазеров.	6	См. источник 2 (Глава 8), 6 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, а также материалы лекционного занятия №3 и сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекционного занятия № 4 Разделы 2.3.5-2.3.7	Повторение и осмысление сведений о применяемых в ИК спектроскопии приборах для регистрации инфракрасных спектров – оптико-акустических приборов, Фурье-спектрометров, спектрофотометров. Анализируются сведения о нарушении полном внутреннем отражении (метод НРВО). Повторяются критерии выбора, оптимизации, проверки и калибровки спектрофотометра.	6	См. источники 1 (Глава 2), 2 (Глава 8), 6 (Глава 4) из списка дополнительной литературы, а также материалы лекционного занятия №4 и сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекционного занятия № 5 Разделы 2.3.1-2.3.7	Повторение теоретического материала и отработка решения задач по оценке параметров ИК приемников.	6	См. источник 1 (Часть 2) из списка основной литературы, а также материалы лекционного занятия №3 и сведения из <i>Internet</i> .

Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №1	Повторение теоретического материала. Анализ задания по лабораторной работе. Обработка и оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к защите лабораторной работы.	10	См. рекомендации к выполнению лабораторной работы.
Итого по разделу 2		34 часа	
Раздел 3. Базы данных спектров.			
Усвоение материала лекционного занятия № 6 Разделы 3.1-3.2	Повторение сведений об источниках с базами данных спектров, находящихся в свободном доступе.	6	См. материалы лекционного занятия №6, а также сведения из <i>Internet</i>
Итого по разделу 3		6 часов	
Раздел 4. Краткие сведения из теории ИК-спектров			
Усвоение материала лекционного занятия № 7 Раздел 4.1	Повторение и осмысление сведений об особенностях колебательных и вращательных спектров в ИК диапазоне.	8	См. источник 6 (Глава 2) из списка дополнительной литературы, материалы лекционного занятия №7, а также сведения из <i>Internet</i>
Усвоение материала лекционного занятия № 8 Раздел 4.2	Повторение и осмысление сведений о контуре спектральной линии, ширине и уширении спектральной линии.	8	См. источник 6 (Глава 3) из списка дополнительной литературы, материалы лекционного занятия №8, а также сведения из <i>Internet</i>
Усвоение материала лекционного занятия № 9 Раздел 4.3	Повторение и осмысление сведений об интенсивности спектральной линии в зависимости от концентрации вещества, сведения об обортонах.	8	См. материалы лекционного занятия №9, а также сведения из <i>Internet</i>
Итого по разделу 4		24 часа	
Раздел 5. Интерпретация спектров			
Усвоение материала лекционного занятия № 10 Раздел 5.1	Повторение и осмысление сведений о принципе идентификации неизвестных веществ по характерным особенностям ИК спектров.	6	См. источник 5 (Глава 1) из списка дополнительной литературы, а также материалы лекционного занятия №10 и сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекционного занятия № 11 Раздел 5.2	Повторение и осмысление сведений об особенностях анализа смесей различных веществ, о влиянии концентрации веществ в смеси на получаемый спектр.	6	См. материалы лекционного занятия №11 и сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекционного занятия № 12 Раздел 5.3	Повторение и осмысление сведений об особенностях анализа пространственно-удаленных объектов с помощью методов ИК спектроскопии.	6	См. источник 5 (Глава 1,2) из списка дополнительной литературы, а также материалы лекционного занятия №12 и сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекционного занятия № 13 Разделы 5.4-5.5	Повторение и осмысление сведений об основном принципе ИК спектроскопии – методе дифференциального поглощения. расчета параметров различных веществ методом дифференциального поглощения. Обработка расчета параметров различных веществ методом дифференциального поглощения.	6	См. источник 5 (Глава 2) из списка дополнительной литературы, а также материалы лекционного занятия №13 и сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №2	Повторение теоретического материала. Анализ задания по лабораторной работе. Обработка и оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к защите лабораторной работы.	10	См. рекомендации к выполнению лабораторной работы.
Итого по разделу 5		34 часа	
Раздел 6. Количественный спектральный анализ			

Усвоение материала лекционного занятия №14 Раздел 6.1	Повторение и осмысление сведений о законе Бугера-Ламберта-Бера, отклонениях от закона.	4	См. материалы лекционного занятия №14 и сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекционного занятия №15 Раздел 6.2	Повторение и осмысление сведений об особенностях анализа многокомпонентных смесей в условиях выполнения закона БЛБ.	4	См. материалы лекционного занятия №15 и сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекционного занятия №16 Раздел 6.3	Повторение и осмысление сведений об анализе следовых количеств веществ с помощью метода НПВО и закона Бугера-Ламберта-Бера. Отработка расчета параметров различных веществ методом дифференциального поглощения.	4	См. источник 1 (Глава 6) из списка дополнительной литературы, а также материалы лекционного занятия №16 и сведения из <i>Internet</i> .
Усвоение материала лекционного занятия № 17 Разделы 1-6	Обобщение и систематизация теоретических и фактических знаний, полученных в рамках курса.	6	См. материалы лекционного занятия №17, рекомендованную литературу и сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №3	Повторение теоретического материала. Анализ задания по лабораторной работе. Обработка и оформление отчета по лабораторной работе. Подготовка к защите лабораторной работы.	7	См. рекомендации к выполнению лабораторной работы.
Итого по разделу 6		25 часов	
Всего		129 часов	

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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.
Лабораторные занятия	При подготовке к занятиям рекомендуется ознакомиться с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ (см. рекомендации в Приложении 3), повторить сведения по конспекту лекционных занятий.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо повторить все изученные темы по конспекту лекционных и лабораторных занятий и рекомендованной литературе. Рекомендуется готовить конспекты или тезисы ответов на экзаменационные вопросы.

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (СЕМИНАР)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОПК-1	
6	11	1	Раздел 1. Основные параметры ИК спектроскопии	8	2	2	-	-	6	30%	Э, Т
		2	Раздел 2. Аппаратура для исследования ИК спектров	47	13	8	-	5	34	30%	Э, Т, ЛР№1
		3	Раздел 3. Базы данных спектров	8	2	2	-	-	6	10%	Э, Т
		4	Раздел 4. Краткие сведения из теории ИК-спектров	30	6	6	-	-	24	10%	Э, Т
		5	Раздел 5. Интерпретация спектров	51	17	10	-	7	34	10%	Э, Т, ЛР№2
		6	Раздел 6. Количественный спектральный анализ	36	11	6	-	5	25	10%	Э, Т, ЛР№3
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ				180	51	34	-	17	129	100%	

Э – вопросы к экзамену, Т – тестирование, ЛР – выполнение лабораторной работы.

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

- комплекты лабораторных работ – 3 шт., размещены в УМК по дисциплине;
- варианты теоретических вопросов к экзамену – 30 шт., в составе УМК по дисциплине.

Критерии оценивания

Лабораторные работы (ЛР)

Допуск к ЛР:

- допуск к выполнению первой ЛР не предусмотрен.
- для допуска к выполнению второй и третьей ЛР необходима защита первой работы.

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;
- успешная защита лабораторной работы.

Защита ЛР:

Защита ЛР предусматривает обсуждение порядка решения, предусмотренных ее тематикой задач, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории.

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.

Экзамен проводится в устной форме. 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 основного материала.

Оценка «хорошо» ставится, если ответ является полным и правильным, при этом допущены несущественные 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 при ответе на основные вопросы. 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.

СПРАВКА

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

1. Наименование дисциплины: **Основы спектроскопии**

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. Ишанин, Геннадий Григорьевич. Приёмники оптического излучения [Текст] : учебник [для вузов] / Г. Г. Ишанин, В. П. Челибанов ; ред. В. В. Коротаев. - СПб. : Лань, 2014. - 303 с. : граф., схемы, табл. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Об авторах: послед. с. обл. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 296-299. - Сокращ.: с. 6-7. - Обознач.: с. 8-18. - Прил.: с. 259-295. - ISBN 978-5-8114-1048-4 – 30 экз.

2. Ишанин, Геннадий Григорьевич. Приёмники оптического излучения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Г. Ишанин. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Лань, 2014. - 304 с. - (ЭБС Лань). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53675> (дата обращения: 03.09.2020).

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

1. Харрик, Н. Спектроскопия внутреннего отражения [Текст] : пер. с англ. / Н. Харрик ; пер.: В. М. Золотарёв, В. А. Берштейн ; ред. пер. В. А. Никитин. - М. : Мир, 1970. - 335 с. : ил., граф. - Библиогр.: с. 282-301, 330-333. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - Указатель обознач.: с. 9-10. - 1 экз.

2. Тарасов, Константин Иванович. Спектральные приборы [Текст] / К. И. Тарасов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1977. - 367 с. : граф., рис., схемы, табл. - Библиогр.: с. 359-365. - Приложение: с. 357-358. - 1 экз.

3. Нагибина, Ирина Михайловна. Спектральные приборы и техника спектроскопии [Текст] : учебное пособие для вузов / И. М. Нагибина, В. К. Прокофьев ; ред. В. К. Прокофьев. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - Л. : Машиностроение, 1967. - 324 с. : граф., рис., табл., фото. - Библиогр. в конце параграфов. - Приложения: с. 278-321. - 1 экз.

4. Лобачёв, Виталий Владимирович. Лазерные системы специального назначения [Электронный ресурс] : в 2 ч. / В. В. Лобачёв, С. Ю. Страхов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2007. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01175.pdf. Ч. 1 : Биометрические технологии в задаче идентификации личности. - 2007. - 1 эл. жестк. диск : цв. : обр., схемы, табл., фото. - Библиогр.: с. 28

5. Лобачёв, Виталий Владимирович. Лазерные системы специального назначения [Электронный ресурс] : в 2 ч. / В. В. Лобачёв, С. Ю. Страхов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2007. - Загл. с титул. экрана. - Электрон.

версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01176.pdf. Ч. 2 : Лидарные комплексы для дистанционного зондирования атмосферы. - 2007. - 1 эл. жестк. диск : цв. : обр., схемы, табл., фото. - Библиогр.: с. 20.

6. Демтрёдер, Вольфганг. Современная лазерная спектроскопия [Текст] : [учебное пособие для вузов] : пер. с англ. / В. Демтрёдер. - Долгопрудный : Интеллект, 2014. - 1071 с. : граф., схемы, табл. - Задачи: в конце глав. - Решения задач: с. 1016-1071. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - ISBN 978-5-91559-114-0 – 1 экз.

7. Спектральные методы анализа [Текст] : практическое руководство : учебное пособие для вузов / В. И. Васильева [и др.] ; ред.: В. Ф. Селеменев, В. Н. Семёнов. - СПб. : Лань, 2014. - 412 с. : граф., схемы, табл. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр. в конце глав. - Список обознач. и сокращ.: с. 9-10. - Лаб. раб.: в конце глав. - Контр. вопросы: в конце разд. - ISBN 978-5-8114-1638-7 – 2 экз.

Директор библиотеки



(Н.В. Сесина)

Дата