

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.27 Основы спектроскопии**

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

Направленность (профиль)

12.03.03.31 Оптоэлектронные и волоконные системы

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

д-р физ.-мат. наук, Профессор, Слюсарева Евгения Алексеевна; канд.

физ.-мат. наук, Доцент, Ципотан Алексей Сергеевич

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины – освоение и систематизация знаний по спектроскопии атомных и молекулярных систем, твердого тела и формирование гармоничного (комплексного) представления о современных теоретических и экспериментальных методах исследования в этой области науки и ее различных практических приложениях.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности, в частности:

- сформировать представления об особенностях электронных спектров сложных молекул как качественного перехода от спектров атомов к спектрам простых молекул, от спектров простых молекул к спектрам сложных молекул, от спектров молекул к спектрам твердого тела;
- изучить теоретические концепции и модели современной оптической спектроскопии, описывающие взаимодействие света с веществом в явлениях поглощения и флуоресценции;
- развить способности использования техники и методов оптической спектроскопии как в научной, так и практической деятельности.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики</b>	
ОПК-1.1: Понимает фундаментальные законы природы; основные физические и математические методы накопления, передачи и обработки информации	Знает теоретические предпосылки формирования спектров изолированных и взаимодействующих со средой молекул, твердого тела Классифицирует спектры с учетом энергетической и зонной структуры Извлекает информацию об энергетической структуре молекул и твердого тела на основе их электронных спектров Ориентируется в современной научной литературе, правильно описывает и излагает результаты исследований Пользуется методами описания воздействия электромагнитного излучения на молекулы и твердое тело Использует терминологию, принятую в области

	спектроскопии
ОПК-1.2: Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	<p>Знает экспериментальные методы, используемые в оптической спектроскопии молекулярных систем и твердого тела</p> <p>Знает компонентную базу и принцип работы спектральных приборов</p> <p>Знает совокупность факторов, влияющих на точность экспериментальных результатов</p> <p>Оценивает степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или математических методов исследования;</p> <p>Обосновывает выбор методов обработки данных</p> <p>Использует современные методы оптической спектроскопии для решения широкого круга задач.</p>
<b>ОПК-3: Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики измерений в системах и устройствах фотоники и оптоинформатики</b>	
ОПК-3.1: Применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	<p>Знает основные характеристики инструментальных средств (спектральных приборов и оборудования для пробоподготовки)</p> <p>Знает возможности специализированных программ для эксплуатации этого оборудования</p> <p>Извлекает необходимую для спектральных измерений информацию на основе руководства пользователя современных спектральных приборов,</p> <p>Самостоятельно планирует эксперимент и производит корректировку программы для оптимизации исследовательского процесса</p> <p>Примает спектральное оборудование для решения широкого круга задач,</p> <p>Использует стандартные (MS Office) и специализированные программы UVVINLAB, DAS6 для получения, обработки и представления спектральных данных</p>

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>4 (144)</b>		
занятия лекционного типа	2 (72)		
практические занятия	1,5 (54)		
лабораторные работы	0,5 (18)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Нет		
курсовая работа (КР)	Нет		
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Спектроскопия атомов и молекул</b>									
	1. Основные понятия спектроскопии, виды спектроскопии, единицы измерения, принятые в спектроскопии, история и прогресс спектроскопии	2							
	2. Атом водорода: классическая и квантовая теория. Квантовые числа. Систематика состояний электронов в многоэлектронных атомах. Четность состояния.	2							
	3. Периодическая система: заполнение электронных оболочек. Спектры щелочных металлов. Спектры атомов с заполняющимися p-, d- и f-оболочками. Правила отбора.	4							
	4. Предмет молекулярной спектроскопии. Принцип Борна-Оппенгеймера	4							

5. Двухатомные молекулы: вращательная и колебательная спектроскопия. Электронные состояния и химическая связь двухатомных молекул. Правила отбора.	4							
6. Многоатомные молекулы: равновесная конфигурация молекулы и ее свойства симметрии. Образование электронных полос поглощения и испускания сложных молекул	4							
7. Межмолекулярные взаимодействия. Классификация межмолекулярных взаимодействий. Спектральные проявления межмолекулярных взаимодействий. Модели спектральных сдвигов	4							
8. Основные константы и физические величины, используемые в спектроскопии и связь между ними.			2					
9. Расчет термов многоэлектронных конфигураций атомов			2					
10. Тонкая структура термов. Правила отбора			2					
11. Вращательная и колебательная структура спектров двухатомных молекул.			2					
12. Построение молекулярных орбиталей методом линейной комбинации атомных орбиталей			2					
13. Принадлежность молекул к группам симметрии, определение типов колебаний сложных молекул.			2					
14. Электронные термы и электронные конфигурации двухатомных и многоатомных молекул			4					
15. Промежуточная аттестация (выполнение теста по 1 разделу)			2					
16.							20	

<b>2. Техника оптической спектроскопии</b>								
1. Абсорбционный анализ, эмиссионный (люминесцентный) анализ. Времяразрешенная спектроскопия	4							
2. Спектральные приборы. Общие вопросы: классы спектральных приборов, основные характеристики, щелевые приборы, аппаратная функция, оптические схемы	4							
3. Источники излучения: источники теплового излучения, газоразрядные источники, светодиоды, лазеры. Спектральные, временные, энергетические характеристики источников	4							
4. Количественный анализ многокомпонентных растворов по их электронным спектрам поглощения					6			
5. Основные спектральные закономерности поглощения и флуоресценции					6			
6. Разделение сложного спектрального контура на составляющие					6			
7.							16	
<b>3. Твердое тело, электро-магнитное излучение</b>								
1. Кристаллическая структура и силы связи в твердых телах	3							
2. Электромагнитное излучение. Преобразование Фурье	3							
3. Кристаллическая структура твердых тел			2					
4. Межатомные силы, колебания кристаллической решетки твердых тел			2					
5. Электромагнитное излучение			6					
6. Преобразование Фурье			2					



7.							6	
<b>4. Энергетический спектр в твердых телах</b>								
1. Оптические константы и соотношения Крамерса-Кронига	3							
2. Модели диэлектрических функций, экспериментальные методы их определения	3							
3. Диэлектрическая функция			10					
4. Электромагнитные и оптические свойства твердых тел			6					
5.							12	
<b>5. Методы спектрального анализа твердых тел</b>								
1. Спектроскопия видимого диапазона спектра	4							
2. Спектроскопия светорассеяния	4							
3. Инфракрасная спектроскопия	4							
4. Ультрафиолетовая и рентгеновская спектроскопия	4							
5. Мёссбауэровская спектроскопия	4							
6. Спектроскопия с использованием электронов, позитронов и мюонов	4							
7. Различные методы спектроскопии			8					
8.							18	
Всего	72		54		18		72	

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 4.1 Печатные и электронные издания:

1. Лебедева В. В. Техника оптической спектроскопии: учебное пособие для физических специальностей вузов(Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова).
2. Ельяшевич М. А., Грибов Л. А. Атомная и молекулярная спектроскопия: Ч. 2. Атомная спектроскопия: в 3-х ч.(Москва: URSS).
3. Ельяшевич М. А., Грибов Л. А. Атомная и молекулярная спектроскопия: Ч. 3. Молекулярная спектроскопия: в 3-х ч.(Москва: URSS).
4. Салех Б. Е. А., Тейх М. К. Оптика и фотоника. Принципы и применения: Т. 1: [учебное пособие : в 2-х томах] : перевод с английского (Долгопрудный: Интеллект).
5. Салех Б. Е. А., Тейх М. К. Оптика и фотоника. Принципы и применения: Т. 2: [учебное пособие : в 2-х томах] : перевод с английского (Долгопрудный: Интеллект).
6. Ельяшевич М. А., Грибов Л. А. Атомная и молекулярная спектроскопия: Ч. 1. Общие вопросы спектроскопии: [в 3-х ч.](Москва: URSS).
7. Стрекалов Ю. А., Тенякова Н. А. Физика твердого тела: Учебное пособие(Москва: Издательский Центр РИО□).
8. Стафеев С. К., Боярский К. К., Башнина Г. Л. Основы оптики: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Физика" (510400), "Прикладные математика и физика" (511600), "Опготехника" (551900), "Приборостроение" (551500) и др. физич. и технич. направлениям подготовки : рекомендовано НМС по физике МО и науки РФ(СПб. [и др.]: Лань).
9. Вустер У. А., Шувалов Л. А. Применение тензоров и теории групп для описания физических свойств кристаллов: перевод с английского (Москва: Мир).
10. Келих С., Фабелинский И. Л. Молекулярная нелинейная оптика: перевод с польского(Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы [Физматлит]).
11. Браун П. А., Киселев А. А., Буланин М. О. Введение в теорию молекулярных спектров: учебное пособие(Ленинград: ЛГУ).
12. Тарасов К. И. Спектральные приборы: научное издание(Ленинград: Машиностроение).
13. Бёккер Ю. Спектроскопия: монография(М.: Техносфера).
14. Бенуэлл К. Основы молекулярной спектроскопии: Пер. с англ. Е. Б. Гордона(Москва: Мир).
15. Займан Д. М., Бонч-Бруевич В. Л. Принципы теории твердого тела: перевод с английского(Москва: Мир).
16. Литвин Ф. Ф. Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика: Учебное пособие(Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М").
17. Литвин Ф. Ф., Дубровский В. Т., Хатыпов Р. А., Неверов К. В., Литвин Ф. Ф. Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика: Учебное

- пособие(Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М").
18. Сизых А. Г. Спектроскопия: Ч. 1. Атомная спектроскопия: учебное пособие по специальности 010400 - "Физика"(Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ]).

**4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. не предусмотрено

**4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. <http://eqworld.ipmnet.ru> - Мир математических уравнений.
2. <http://bib.tiera.ru> - Электронная естественнонаучная библиотека.
3. <http://www.poiskknig.ru> - Поисковая машина электронных книг.
4. <http://www.studfiles.ru> – Файловый архив для студентов.
5. <http://gen.lib.rus.ec> – Электронная библиотека.
6. <http://www.cryst.ehu.es> – Расчет теоретико-групповых соотношений параметров оптических спектров.

**5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

**6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, маркерная доска).

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оборудованных спектральными приборами (двухлучевой спектрофотометр Lambda 35 (Perkin Elmer, США); спектрофлуориметр Fluorolog 3-22 (Horiba Jobin Yvon, Франция), мебелью для хранения реактивов и работы с ними, оборудованием (аналитические весы, ультразвуковая ванна, магнитная мешалка, наборы микропипеток), лабораторной посудой, набором люминофоров и растворителей марки не ниже ЧДА, средствами личной защиты (очки, халаты, перчатки).