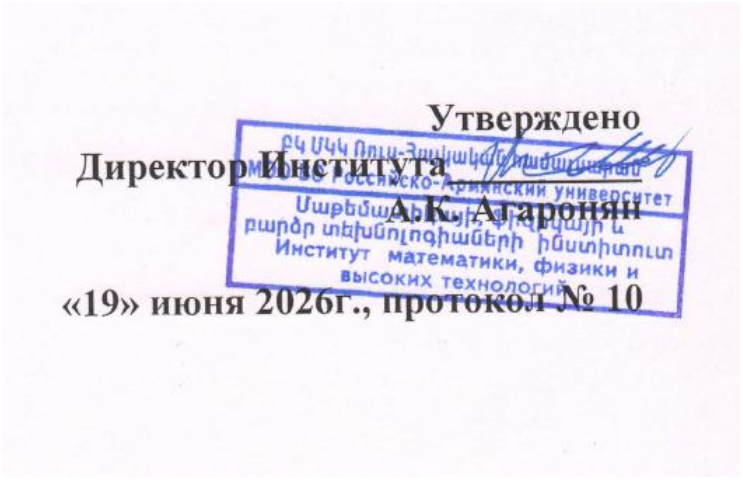
Межгосударственная образовательная организация высшего образования
«Российско-Армянский университет»



Утверждено
Директор Института _____
А.К. Агаронян
«19» июня 2026г., протокол № 10

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Б1.В.02 Спектроскопия

Автор (ы) _к.ф.-м.н. Овсепян Рубен Константинович
Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)

Направление подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника
Наименование образовательной программы: Квантовая и оптическая электроника

Согласовано:

Заведующий Кафедрой общей физики и квантовых наноструктур

Айрапетян Д.Б.



(подпись)

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины;

Дисциплина «Спектроскопия» охватывает основные принципы, методы и области применения спектрального анализа для исследования структуры вещества и физических процессов. В рамках курса изучаются фундаментальные аспекты взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, включая механизмы поглощения, излучения и рассеяния света. Особое внимание уделяется атомной, молекулярной, электронной и ядерной спектроскопии, а также современным спектральным методам: инфракрасной (ИК), ультрафиолетовой (УФ), оптической, Раман-спектроскопии, ЯМР и ЭПР.

Курс также включает изучение приборной базы, методов регистрации спектров, интерпретации полученных данных и применения спектроскопии в физике, химии, биологии, материаловедении и нанотехнологиях. Осваиваются как теоретические основы, так и практические навыки анализа спектров, что делает дисциплину важным элементом подготовки специалистов в области естественных наук.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет);

4 академических кредита / 144 часа. Форма итогового контроля — экзамен.

1.3. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Наименование компетенции** *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Код индикатора достижения компетенций** *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Наименование индикатора достижений компетенций***(в соответствии рабочим с учебным планом)*
ПК-5	Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-5.1 ПК-5.2	Знает принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований Умеет подготавливать научные публикации на

		ПК-5.3	основе результатов исследований Владеет навыками подготовки заявок на изобретения

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины:

Целью дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области спектроскопических методов исследования, позволяющих анализировать структуру, состав и свойства веществ на атомном и молекулярном уровнях. Курс направлен на освоение физических основ спектроскопии, принципов взаимодействия излучения с веществом, а также на применение современных спектральных методов в научных и прикладных исследованиях в физике, химии, материаловедении и смежных областях.

Задачи дисциплины:

Задачами дисциплины «Спектроскопия» являются изучение физических основ взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, ознакомление с основными видами спектроскопии (атомной, молекулярной, ИК, УФ, Раман, ЯМР, ЭПР), освоение методов регистрации, обработки и интерпретации спектров, а также формирование у студентов практических навыков применения спектроскопических методов в научных исследованиях и технической диагностике. Курс направлен на развитие умений работать с современным оборудованием, проводить спектральный анализ и интерпретировать полученные данные для решения фундаментальных и прикладных задач.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах) ***(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)***

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам
		1 сем
1	2	3
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	**144**	**144**
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**32**	**32**
1.1.1.Лекции	**16**	**16**
1.1.2.Практические занятия, в т. ч.	**16**	**16**
1.1.3.Лабораторные работы		
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	**76**	**76**
1.3. Консультации		
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	**Экзамен 36**	**Экзамен 36**

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Практ. Занятия (ак. часов)
1	2=3+4+5+6+7	3	4
Тема 1. Основы фотоники и волноводной оптики	8	4	4
Тема 2. Компоненты фотонных интегральных схем	6	3	3
Тема 3. Материалы и технологии изготовления ФИС	6	3	3
Тема 4. Проектирование и моделирование ФИС	6	3	3
Тема 5. Применения и перспективы ФИС	6	3	3
ИТОГО	32	16	16

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Тема 1. Введение в спектроскопию

Общие сведения о спектроскопии, классификация методов, история развития, значение в науке и технике.

Тема 2. Взаимодействие излучения с веществом

Физические основы: поглощение, испускание, рассеяние, переходы между энергетическими уровнями.

Тема 3. Атомная спектроскопия

Строение атомных спектров, правила отбора, спектры поглощения и испускания, спектральные серии.

Тема 4. Молекулярная спектроскопия

Колебательные и вращательные спектры, спектры в ИК- и Раман-областях, особенности спектров полидиатомических молекул.

Тема 5. Электронная спектроскопия

УФ и видимая спектроскопия, электронные переходы, спектры поглощения и люминесценции.

Тема 6. ЯМР-спектроскопия (ядерный магнитный резонанс)

Принципы ЯМР, химический сдвиг, спин-спиновые взаимодействия, применение в химии и биофизике.

Тема 7. ЭПР-спектроскопия (электронный парамагнитный резонанс)

Основы ЭПР, параметры спектра, анализ радикалов и переходных металлов.

Тема 8. Методы регистрации спектров и спектральная аппаратура

Современные приборы, типы спектрометров, спектральное разрешение, детекторы.

Тема 9. Обработка и интерпретация спектров

Методы математической обработки, калибровка, извлечение информации о структуре вещества.

Тема 10. Применение спектроскопии в науке и технике

Аналитическая химия, физика конденсированных сред, биомедицина, нанотехнологии.

2.3.3. Краткое содержание практических занятий

Знакомство с основами спектральной аппаратуры

Изучение устройства спектрометров, калибровка прибора, настройка оптических элементов.

Регистрация спектра поглощения видимого света
Определение длины волны максимального поглощения для различных красителей и растворов.
Анализ ИК-спектров органических соединений
Определение функциональных групп на основе характерных полос поглощения.
Раман-спектроскопия твердых тел
Регистрация и интерпретация спектров рассеяния, определение колебательных мод.
Спектроскопия люминесценции
Исследование свечения люминофоров и анализ факторов, влияющих на интенсивность и сдвиг полос.
Определение энергетических уровней по УФ-спектрам
Анализ электронных переходов в органических молекулах, построение энергетических диаграмм.
Изучение спектров ЯМР
Определение химических сдвигов, интерпретация ЯМР-спектров простых органических соединений.
ЭПР-спектроскопия парамагнитных соединений
Регистрация спектров и определение g-фактора, анализ параметров спектра.
Изучение спектральных сдвигов под воздействием среды
Сравнение спектров одного и того же вещества в разных растворителях.
Обработка и интерпретация экспериментальных спектров
Применение программного обеспечения для анализа спектральных данных, построение графиков и выводов.

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Аудитория для проведения практических занятий

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)	Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
Вид учебной работы/контроля	**М1[1]**	**М2**	**М1**	**М2**	**М1**	**М2**		
Контрольная работа *(при наличии)*			0.5	0.5				
Устный опрос *(при наличии)*								
Лабораторные работы *(при наличии)*	0.5	0.5						
Письменные домашние задания *(при наличии)*								
Решение задач	0.5	0.5						

[1] Учебный Модуль

Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.5	0.5		
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей								
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0.5
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								0.5
	∑ = 1	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

3. **Теоретический блок** ***(указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)***

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебник(и);

Кузьмин М. Д. *Основы спектроскопии.* — М.: Физматлит, 2006.

Гладков А. Л. *Спектроскопия: Учебник для вузов.* — М.: Высшая школа, 2004.

Немцов Б.Е., Колесников А.А. *Молекулярная спектроскопия.* — М.: Наука, 2002.

Титов В. А. *Спектроскопия: Теория и практика.* — СПб.: Лань, 2018.

Сигбан К. *Спектроскопия: Введение в методы и их применения.* — М.: Мир, 1985.

4. **Фонды оценочных средств** ***(указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).***

4.1. Планы практических занятий

Практическое занятие 1. Введение в спектроскопию

- Цель: освоить базовые понятия спектроскопии, классификацию методов и области применения.
- Основные вопросы:
  - Определение спектроскопии, виды спектров.
  - История развития и ключевые открытия.
- Задания:
  - Составить сравнительную таблицу методов спектроскопии.
  - Подготовить краткий доклад (5 мин) о вкладе спектроскопии в развитие квантовой физики.

Практическое занятие 2. Взаимодействие излучения с веществом

- Цель: изучить физические механизмы взаимодействия излучения с веществом.
- Основные вопросы:
  - Поглощение, испускание, рассеяние света.
  - Переходы между энергетическими уровнями.
- Задания:
  - Рассчитать энергии фотонов для видимой и УФ-областей.
  - Обсудить примеры переходов в атомах и молекулах.

Практическое занятие 3. Атомная спектроскопия

- Цель: изучение атомных спектров и правил отбора.
- Основные вопросы:
  - Строение спектров, спектральные серии водорода.
  - Спектры поглощения и испускания.
- Задания:
  - Построить энергетические уровни атома водорода и указать возможные переходы.
  - Рассчитать длины волн для серии Бальмера.

Практическое занятие 4. Молекулярная спектроскопия

- Цель: изучить колебательные и вращательные спектры.
- Основные вопросы:
  - Основы ИК- и Раман-спектроскопии.
  - Особенности спектров полидиатомических молекул.
- Задания:
  - Рассчитать колебательную частоту для заданной молекулы (CO, HCl).
  - Составить таблицу сравнительных характеристик ИК и Раман-спектров.

Практическое занятие 5. Электронная спектроскопия

- Цель: изучение УФ и видимой спектроскопии.
- Основные вопросы:
  - Электронные переходы и их энергетические диапазоны.
  - Спектры поглощения и люминесценции.
- Задания:
  - Снять спектр поглощения раствора красителя с помощью лабораторного спектрометра.
  - Проанализировать спектр и определить максимум поглощения.

Практическое занятие 6. ЯМР-спектроскопия

- Цель: освоить основы ЯМР-спектроскопии.
- Основные вопросы:
  - Принцип резонанса, химический сдвиг.

    - Спин-спиновые взаимодействия.
- Задания:
    - Рассчитать резонансную частоту для ядра водорода в магнитном поле 7 Тл.
    - Проанализировать пример ЯМР-спектра этанола.

Практическое занятие 7. ЭПР-спектроскопия

- Цель: познакомиться с основами ЭПР и её применением.
- Основные вопросы:
    - Принципы ЭПР, параметры спектров.
    - Анализ радикалов и ионов переходных металлов.
- Задания:
    - Рассчитать положение линии ЭПР для g=2 при поле 0,34 Тл.
    - Привести примеры соединений, анализируемых методом ЭПР.

Практическое занятие 8. Методы регистрации спектров и аппаратура

- Цель: изучить устройства и приборы для спектроскопии.
- Основные вопросы:
    - Типы спектрометров, разрешение, детекторы.
    - Современные методы регистрации спектров.
- Задания:
    - Нарисовать схему простейшего спектрометра.
    - Составить таблицу сравнения ПЗС-детекторов и фотодиодов.

Практическое занятие 9. Обработка и интерпретация спектров

- Цель: овладеть навыками обработки спектров.
- Основные вопросы:
    - Математическая обработка, калибровка.
    - Извлечение информации о структуре вещества.
- Задания:
    - Провести калибровку спектра по известным линиям.
    - Определить состав вещества по предоставленному спектру.

Практическое занятие 10. Применение спектроскопии в науке и технике

- Цель: рассмотреть практическое использование спектроскопии.
- Основные вопросы:
    - Применение в аналитической химии, биомедицине, нанотехнологиях.
    - Примеры реальных исследований.
- Задания:
    - Подготовить мини-доклад: «Использование спектроскопии для анализа воздуха/воды».
    - Составить схему использования спектроскопии для идентификации материалов.

4.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

- ✓ Что такое спектроскопия и какие основные её виды существуют?
- ✓ Объясните механизм взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.
- ✓ В чём различие между атомной и молекулярной спектроскопией?
- ✓ Какие законы лежат в основе инфракрасной спектроскопии?
- ✓ Что такое правила отбора и как они влияют на спектральные переходы?
- ✓ Объясните физические основы ЯМР-спектроскопии.

- ✓ Каковы особенности спектров Рамановского рассеяния?
- ✓ Как влияет растворитель на положение спектральных полос?
- ✓ Чем различаются УФ/Видимая и ИК спектроскопия?
- ✓ Какие параметры можно определить из ЭПР-спектра?

4.3. Образцы вариантов контрольных работ, тестов и/или других форм текущих и промежуточных контролей

Контрольная работа (Вариант 1)

Часть 1. Теоретические вопросы:

1. Классификация спектроскопических методов.
2. Принцип действия УФ-видимой спектроскопии.
3. Объясните механизм ИК-поглощения молекулами.
4. Правила отбора в спектроскопии Рамана.

Часть 2. Задачи:

1. Рассчитайте энергию фотона с длиной волны 500 нм.
2. Постройте схему уровней и возможные переходы для двухатомной молекулы в ИК-диапазоне.

Контрольная работа (Вариант 2)

Часть 1. Теоретические вопросы:

1. Принцип работы ЯМР-спектроскопии.
2. Сравнение ИК- и Раман-спектроскопии.
3. Влияние растворителя на спектральные характеристики.

Часть 2. Задачи:

1. Определите, к какому типу перехода относится максимум поглощения на 280 нм.
2. Проанализируйте спектр и укажите возможные функциональные группы.

Пример теста (множественный выбор)

1. В каком диапазоне работает ИК-спектроскопия?

A) 200–400 нм

B) 400–700 нм

C) 2.5–25 мкм

D) 1–10 $см^{-1}$

2. Что регистрирует Раман-спектроскопия?

A) Поглощение ИК-излучения

B) Эмиссию фотонов

C) Неупругое рассеяние света

D) Поглощение в ультрафиолетовой области

3. Уравнение Бугера–Ламберта–Бера связывает:

A) интенсивность света с длиной волны

B) поглощение с концентрацией вещества

C) спектральную ширину с временем

D) массу с плотностью

4.4. Перечень экзаменационных вопросов

1. Понятие и классификация спектроскопических методов.
2. Основы взаимодействия излучения с веществом.
3. Электромагнитный спектр и его разделение по диапазонам.
4. УФ/Видимая спектроскопия: физические основы, типы переходов (π-π^*, n-π^*).
5. Закон Бугера–Ламберта–Бера: вывод и применение.
6. Инфракрасная (ИК) спектроскопия: колебательные и вращательные переходы.
7. Правила отбора в ИК-спектроскопии.
8. Спектроскопия комбинационного (Рамановского) рассеяния: принципы и применение.
9. Сравнение ИК и Раман-спектроскопии.
10. ЯМР-спектроскопия: принципы, химический сдвиг, спин-спиновое взаимодействие.
11. Спектроскопия электронной парамагнитной резонанс (ЭПР): суть метода и примеры.
12. Применение спектроскопических методов в химии, биологии и материаловедении.
13. Влияние растворителя и агрегатного состояния вещества на спектры.
14. Основные виды детекторов в спектроскопии.
15. Спектроскопическое определение функциональных групп в органических соединениях.
16. Влияние симметрии молекулы на спектральные переходы.
17. Современные приборы и программное обеспечение для спектрального анализа.
18. Квантово-механическое описание переходов в молекулах.
19. Примеры интерпретации экспериментальных спектров.
20. Спектроскопические методы в нанотехнологиях и медицине.

4.5. Образцы экзаменационных билетов

МОО ВО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ И ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра общей физики и квантовых наноструктур

Направление: Электроника и наноэлектроника
Дисциплина: Спектроскопия
(магистратура I-ый курс, II-ой семестр)

Экзаменационный билет № **

1. Закон Бугера–Ламберта–Бера: вывод и применение.
2. ЯМР-спектроскопия: принципы, химический сдвиг, спин-спиновое взаимодействие.
3. Квантово-механическое описание переходов в молекулах.

Зав. кафедройОФКН _____Д.Б. Айрапетян
20__г.