



---

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра Фундаментальной физики и нанотехнологий

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_  
Л.И. Минеев

(подпись)

28 августа 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Оптическая спектроскопия**

|                                                        |                                     |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Уровень высшего образования:                           | бакалавриат                         |
| Квалификация выпускника:                               | бакалавр                            |
| Направление подготовки:                                | 03.03.02 Физика                     |
| Направленность (профиль)<br>образовательной программы: | Фундаментальная и прикладная физика |



### 1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Оптическая спектроскопия» являются изучение теоретических основ методов оптической спектроскопии, приобретение практических навыков использования спектральных методов для решения конкретных задач

### 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина входит в вариативную часть базового цикла обязательных дисциплин (Б1.В.12). Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Физика атома и атомного ядра», «квантовая теория». Предлагаемая программа составлена в соответствии с требованиями стандарта по циклу, требованиям ФГОС ВО 3++ направления 03.03.02 «Физика». Материал курса может служить ориентиром при изучении ряда специальных дисциплин, таких как физика реального кристалла, физические свойства кристаллов, физическое материаловедение

Для освоения данной дисциплины студент должен:

**Знать:** основы курсов общей физики, строение твердых и жидких тел, основы общей химии (строение атома, типы химических связей)

**Уметь:** пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и принципами физики.

**Иметь: практический опыт/ Иметь навыки:** использования математического аппарата физики (вычисление производных и интегралов, решение обыкновенных линейных и дифференциальных уравнений)

Материал курса может служить ориентиром при изучении ряда специальных дисциплин, таких как физика реального кристалла, физические свойства кристаллов, физическое материаловедение, физика жидких кристаллов.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.

#### 3.1. Компетенции, формированию которых способствует данная дисциплина согласно матрице соответствия компетенций и составляющих ОП

- **ПК-5** Способен выявлять актуальные научные проблемы поискового теоретического и экспериментального характера в своей области специализации и решать их под руководством специалистов более высокой квалификации
- **ПК-6** Способен проводить теоретические и экспериментальные исследования, инновационные и опытно-конструкторские разработки в области фундаментальной и прикладной физики в составе исследовательских коллективов
- **ПК-7** Способен разрабатывать методики проведения испытаний, проводить обработку и анализ результатов экспериментов и публично представлять результаты научных исследований в доступной и современной форме

#### 3.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями.

**знать** теоретические основы и возможности различных методов спектрального анализа, аппаратное обеспечение спектрального анализа; (ПК-6,7)

**уметь** понимать, излагать и критически анализировать базовую физическую информацию; (ПК-5,6,7)



пользоваться теоретическими основами и знаниями возможностей различных методов для выбора конкретного метода исследования строения вещества; (ПК-5,6,7)  
**иметь: практический опыт/ Иметь навыки** выбора конкретного спектрального метода для решения поставленной задачи, метода получения, обработки и анализа оптических спектров; (ПК-5,6,7).

#### 4. Содержание дисциплины **ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ**

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

##### 4.1. Развернутое описание содержания дисциплины (модуля) по разделам, темам.

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

| № п/п | Раздел дисциплины                                                                                    | Семестр | Виды занятий, их объем (в ак.часах, по очной форме обучения) |                             | Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения)<br><br>Формы промежуточной аттестации) |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                      |         | Занятия лекционного типа                                     | Лабораторные занятия        |                                                                                                       |
| 1     | Введение. Понятие спектральный анализ (СА), классификация типов СА, области применения СА.           | 8       | 2                                                            |                             | Отчеты по лабораторным работам                                                                        |
| 2     | Классификация спектральных приборов и их основные характеристики. Источники света, используемые в СА | 8       | 4                                                            |                             |                                                                                                       |
| 3     | Атомный эмиссионный спектральный анализ                                                              | 8       | 4                                                            | 4 Лабораторные занятия (ПП) |                                                                                                       |
| 4     | Изотопный спектральный анализ                                                                        | 8       | 2                                                            |                             |                                                                                                       |
| 5     | Спектральный анализ по колебательным ИК спектрам молекул                                             | 8       | 4                                                            | 4 Лабораторные занятия (ПП) |                                                                                                       |
| 6     | Молекулярный анализ по спектрам комбинационного рассеяния света (КРС).                               | 8       | 4                                                            | 4 Лабораторные занятия (ПП) |                                                                                                       |
| 7     | Основы абсорбционной                                                                                 | 8       | 4                                                            |                             |                                                                                                       |



|    |                                                        |   |   |                             |         |
|----|--------------------------------------------------------|---|---|-----------------------------|---------|
|    | спектрофотометрии. Техника инфракрасной спектроскопии. |   |   |                             |         |
| 8  | Молекулярный анализ по электронным спектрам поглощения | 8 | 2 | 2 Лабораторные занятия (ПП) |         |
| 9  | Люминесцентный анализ (ЛА)                             | 8 | 2 |                             |         |
| 10 | Контроль                                               | 8 |   |                             | экзамен |
| 28 |                                                        |   |   | 14                          |         |

#### 4.2. . Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

Все содержание состоит из трех разделов, каждый из которых включает в себя лекции и лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы, домашние работы.

##### 4.2.1. Разделы курса

1. Введение: спектральный анализ и классификация его типов.
2. Аппаратура, используемая в спектральном анализе
3. Виды спектрального анализа:
  - 3.1. эмиссионный,
  - 3.2. абсорбционный,
  - 3.3. изотопный,
  - 3.4. спектральный анализ по ИК спектрам,
  - 3.5. по электронным спектрам поглощения,
  - 3.6. по спектрам комбинационного рассеяния.
  - 3.7. Люминесцентный анализ: химический и обнаружения

##### *Краткое содержание разделов.*

**Раздел 1.** Введение Понятие спектральный анализ (СА), классификация типов СА, области применения СА.

**Раздел 2.** Классификация спектральных приборов и их основные характеристики. Призма как устройство для спектрального разложения света, его характеристики. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Его характеристики Типы спектральных приборов: спектрограф, монохроматор, спектроскоп, спектрофотометр, стилоскоп, стилометр. Параметры призмных и дифракционных приборов. Дисперсия, разрешающая сила, светосила, пропускание.

Источники света, используемые в СА. Источники сплошного спектра, источники линейчатого спектра.

##### **Раздел 3.**

1. Эмиссионный СА. Эмиссионные спектры атомов и основы СА. Качественный и количественный СА. Точность количественного эмиссионного СА.
2. Изотопный СА. Изотопическая и свехтонкая структура в атомных и молекулярных спектрах. Основы изотопного СА. Методы изотопного СА и их применение.
3. Молекулярный анализ по инфракрасным (ИК) спектрам. Общие сведения о природе колебательных спектров многоатомных молекул. Определение структуры молекул по колебательным спектрам. Качественный и количественный анализ по ИК спектрам.



4. Молекулярный анализ по спектрам комбинационного рассеяния света (КРС). Природа спектров комбинационного рассеяния. Техника спектроскопии КРС. Общие сведения об измерении основных параметров линий КРС (частот, интенсивности линий, контура линий). Определение интегральных интенсивностей линий КРС. Особенности качественного и количественного анализа по спектрам КРС.
5. Молекулярный анализ по инфракрасным (ИК) спектрам поглощения. Основы абсорбционной спектрофотометрии: закон поглощения света, физико-химические и инструментальные причины отклонений от закона Бугера-Ламберта-Бера. Техника инфракрасной спектроскопии.
6. Молекулярный анализ по электронным спектрам поглощения. Общие характеристики электронных спектров сложных молекул: понятие о квантово-механическом описании спектров. Описание электронных спектров с помощью «металлической» модели. Хромофоры. Абсорбционные методы анализа по электронным спектрам поглощения. Используемые приборы.
7. Люминесцентный анализ (ЛА). Основные явления люминесценции, используемые в ЛА. Основные закономерности свечения, используемого в ЛА. Виды ЛА и характеристика их особенностей. Используемая аппаратура. Возбуждение и регистрация свечения при качественном и количественном ЛА. ЛА органических и неорганических соединений, минералов и руд. ЛА обнаружения радиации, в промышленности, сельском хозяйстве, медицине, археологии и криминалистике.

#### **5. Образовательные технологии**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: технологии смешанного обучения, проблемного обучения, технология выбора, информационно-коммуникационные.

При проведении лабораторных занятий используются следующие методы: групповая работа, решение ситуационных задач.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студента предполагает:

1. подготовка к лабораторным занятиям, обработка результатов лабораторного эксперимента (учебно-методические разработки практических занятий выдаются в электронном виде каждому студенту, а также есть в свободном доступе в библиотеке ИвГУ);
2. подготовка самостоятельного доклада по одной из предлагаемых тем,

#### **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине**

Отчет по лабораторной работе предполагает оформление выполненной во время занятия и полностью рассчитанной лабораторной работы с окончательными результатами в виде графиков, таблиц и рассчитанных величин, а также теоретический отчет по вопросам, которые даются к каждой лабораторной работе для домашней подготовки.

Экзамен проводится в письменной форме по вопросам, заранее данным студентам для домашней подготовки, которые охватывают все разделы изученного курса.

Оценка «зачтено» ставится при условии выполнения лабораторного практикума и частичных ответов на два вопроса зачетного билета.



Оценка «*незачтено*» ставится при условии выполнения лабораторного практикума, но вопросы зачетного билета практически не раскрыты.

Экзамен проводится в форме собеседования по теоретическим вопросам.

Оценка «*удовлетворительно*» ставится при условии выполнения лабораторных работ и частичных ответов на предложенные вопросы билета.

Оценка «*хорошо*» ставится при условии выполнения лабораторных работ и полное раскрытие одной из тем билета и частичных ответов на второй вопрос билета.

Оценка «*отлично*» ставится при условии выполнения лабораторных работ (общая сумма 10 баллов), правильных ответов на вопросы билета

#### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).**

##### А) основная литература:

1. Кириллова, Е.А. Методы спектрального анализа : учебное пособие / Е.А. Кириллова, В.С. Маряхина ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2013. - 105 с. : табл. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258856>
2. Маряхина, В.С. Теоретические основы методов спектрального анализа : учебное пособие / В.С. Маряхина, Е.А. Кунавина, Е.А. Строганова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург : ОГУ, 2016. - 135 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7410-1517-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469353>
3. Звекон, А.А. Спектральные методы исследования в химии : учебное пособие / А.А. Звекон, В.А. Невоструев, А.В. Каленский ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2015. - 124 с. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-1823-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437497>
4. Сборник лабораторных работ по молекулярной спектроскопии. Иваново.1980

##### б) дополнительная литература

1. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе / Н.Г. Ярышев, Ю.Н. Медведев, М.И. Токарев и др. - Издание второе, переработанное и дополненное. - Москва : Прометей, 2015. - 196 с. : схем., ил., табл. - ISBN 978-5-9906134-6-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426720>
2. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа : учебное пособие / И.Н. Мовчан, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева, Р.Г. Романова ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 236 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1454-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259010> Практикум по спектроскопии. Под ред. Л.В.Левшина. М.: Изд-во МГУ. 1976



3. А.А.Бабушкин, П.А.Батулин, Ф.А.Королев, Л.В.Левшин, Б.К.Прокофьев, А.Р.Стриганов. под ред. В.Л.Левшина Методы спектрального анализа. М.: Изд-во МГУ.1962.
4. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии: Структурные методы и оптическая спектроскопия. М.: Высшая школа. 1987
5. Ю.Я.Кузяков, К.А.Семененко, Н.Б.Зоров. Методы спектрального анализа. М.1990

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»

<https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);

<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek> Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, пакет графических программ Origin, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;
  - лаборатория спектроскопии с необходимым оборудованием: стилоскоп, спектрофотометры СФ-26, СФ-56, спектрограф ДФС-8, Призмный спектрограф ИСП-51 с фотоэлектрической приставкой ФЭП-1, установка для изучения люминесценции, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.
  - для проведения консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;
- Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: *презентации по изучаемым темам*

**Автор(ы) рабочей программы дисциплины:** доцент, канд.физ.-мат. наук, доцент Пашкова Т.В.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий « 28 » августа 2024 г., протокол № 1

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий « 28 » августа 2025 г., протокол № 1

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий «31» августа 2026 г., протокол № 1