

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физического факультета



С.Н. Филимонов

«15» апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

**Техника спектроскопии**

по направлению подготовки

**03.03.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки / специализация:  
**«Фундаментальная физика»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2021**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.02.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП



О.Н. Чайковская

Председатель УМК



О.М. Сюсина

Томск – 2021

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 – Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
- ПК-1 – Способен проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИОПК-2.2 – Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные выводы по результатам исследования ;
- ИПК-1.2 – Владеет практическими навыками использования современных методов исследования в выбранной области

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Знакомство с основами работы техники применяемой в области спектроскопии.
- Знакомство с физическими основами методов спектрального анализа.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, входит в модуль по выбору "Оптика и спектроскопия".

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 5, зачет.

Семестр 6, экзамен.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по дисциплинам модуля «Общая физика».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 часов, из которых:

- лекции: 48 ч.;
- практические занятия: 64 ч.;
- в том числе практическая подготовка: 64 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Линзы.

Ход лучей в линзе. Изменение изображения с помощью двух линз. Относительное отверстие. Просветление оптики.

Тема 2. Призмы.  
Закон Снелиуса. Полное внутренне отражение. Принципы разложения света в спектр.

Тема 3. Зеркала.  
Ход лучей в сферическом зеркале. Ход лучей в параболическом/эллиптическом зеркале. Диэлектрическое зеркало.

Тема 4. Аберрации.  
Сферическая аберрация. Астигматизм. Хроматическая аберрация.

Тема 5. Оптические волокна.  
Устройство и принцип работы оптоволокна. Сферы применения.

Тема 6. Поляризаторы.  
Поляризация электромагнитных волн. Принцип работы поляризатора. Угол Брюстера.

Тема 7. Светофильтры.  
Абсорбционный фильтр. Интерференционный фильтр. Notch и edge фильтр.

Тема 8. Спектральные приборы.  
Общая схема призменного спектрального прибора. Схема Черни-Турнера. Относительное отверстие спектрального прибора. Связь качества линий и их интенсивности с параметрами спектрального прибора. Обратная линейная дисперсия спектрального прибора. Аппаратная функция спектрального прибора. Пути улучшения разрешения. Особенности спектральных приборов построенных на линзовой и зеркальной оптике.

Тема 9. Фотоприемники.  
Принцип работы ФЭУ. Полупроводниковые фотодетекторы. Особенности фотонных и тепловых фотоприемников.

Тема 10. Источники оптического излучения.  
Спектр абсолютно черного тела. Источники широкополосного излучения. Газоразрядные лампы. Лазеры.

Тема 11. Фурье-спектрометр.  
Принцип работы. Преимущества и недостатки по сравнению с дифракционным спектрометром.

Тема 12. Природа возникновения спектров веществ.  
Элементарные процессы взаимодействия излучения с веществом. Заселенность энергетических уровней. Контур спектральной линии.

Тема 13. Основы эмиссионного анализа.  
Физические основы и техническая реализация. Особенности качественного и количественного анализа.

Тема 14. Основы абсорбционной спектроскопии.  
Закон Бугера-Ламберта-Бера. Схемы абсорбционных спектрометров. Метод затухания излучения во внешнем резонаторе.

Тема 15. Основы оптико-акустической спектроскопии.  
Физические основы и техническая реализация.

Тема 16. Основы спектроскопии комбинационного рассеяния света.  
Физические основы и техническая реализация. Преимущества и недостатки по сравнению с абсорбционной спектроскопией.

### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости и оценки практических заданий. Фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Зачет в первом семестре** проводится устной форме. Для получения оценки «зачтено» необходимо ответить минимум на два вопроса из трех, представленных в билете. Примерный перечень теоретических вопросов.

1. Фокусное расстояние и относительное отверстие линзы.
2. Формирование изображения с помощью двух линз.
3. Просветление оптики.
4. Полное внутренне отражение.
5. Принципы разложения света в спектр с помощью призмы.
6. Ход лучей в вогнутых зеркалах.
7. Диэлектрическое зеркало.
8. Сферическая абберация.
9. Астигматизм.
10. Хроматическая абберация.
11. Устройство и принцип работы оптоволокна.
12. Принцип работы поляризатора.
13. Угол Брюстера.
14. Светофильтры. Принципы работы и особенности.
15. Оптическая схема призмного спектрального прибора.
16. Оптическая схема спектрального прибора с дифракционной решеткой.
17. Относительное отверстие спектрального прибора.
18. Обратная линейная дисперсия спектральная прибора.
19. Аппаратная функция спектрального прибора.
20. Связь параметров спектрального прибора с разрешением.
21. Особенности спектральных приборов построенных на линзовой и зеркальной оптике.

**Экзамен во втором семестре** проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов. Ответ на один вопрос позволяет получить оценку «удовлетворительно», на два вопроса – «хорошо», на три вопроса – «отлично». В случае отсутствия правильных ответов выставляется оценка «неудовлетворительно». Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Вопросы, вынесенные на экзамен, позволяют проверить сформированность компетенций ПК-1 и ОПК-2 в соответствии с индикаторами ИПК 1.2, ИОПК 2.2.

Примерный перечень вопросов.

1. Просветление оптики.
2. Диэлектрическое зеркало.
3. Поляризатор.
4. Оптические аберрации.
5. Дифракционный спектрометр.
6. Фотоэлектронный умножитель.
7. Полупроводниковые фотодетекторы.
8. Тепловые фотоприемники.
9. Источники широкополосного излучения.
10. Газоразрядные лампы.
11. Лазеры.
12. Фурье-спектрометр.
13. Контур спектральной линии.
14. Основы эмиссионного анализа.
15. Основы абсорбционной спектроскопии.
16. Основы оптико-акустической спектроскопии.
17. Метод затухания излучения во внешнем резонаторе
18. Основы спектроскопии комбинационного рассеяния света.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22023>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. – М.: Техносфера, 2007. 376 с.
2. Левшин Л.В., Салецкий А.М. Оптические методы исследования молекулярных систем. Ч.1. Молекулярная спектроскопия. – М.: Изд-во МГУ, 1994. 320 с.
3. Мальцев А.А. Молекулярная спектроскопия. – М.: Изд-во МГУ, 1980. 272 с.
4. Бахшиев Н.Г. Введение в молекулярную спектроскопию. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1987. 216 с.
5. Антонов В.С. Лазерная аналитическая спектроскопия. – М.: Наука, 1986. 318 с.
6. Вальтер Г. Лазерная спектроскопия атомов и молекул. – М.: Мир, 1979. 432 с.
7. Бабушкин А.А. Методы спектрального анализа. – М.: Изд-во МГУ, 1962. 600 с.

б) дополнительная литература:

1. Rouessac F., Rouessac A. Chemical analysis. Modern instrumentation methods and techniques. Wiley. 2007. 599 p.
2. McCreery R.L. Raman spectroscopy for chemical analysis. Wiley. 2000. 437 pp.

3. Ferraro J.R., Nakamoto K., Brown C.W. Introductory Raman spectroscopy. Elsevier. 2003. 435 pp.
4. Lewis I.R., Edwards H.G.M. Handbook of Raman spectroscopy. From research laboratory to the process line. Marcel Dekker. 2001. 1049 pp.

в) ресурсы сети Интернет:

– Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.  
<http://www.consultant.ru>

### **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);  
 – публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –  
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –  
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### **15. Информация о разработчиках**

Петров Дмитрий Витальевич, к.техн.н., доцент, доцент физического факультета ТГУ.