Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра радиофизики и электроники

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б1.Д.В.2 Специальный физический практикум»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
*03.03.03 Радиофизика*
(код и наименование направления подготовки)

*Квантовая электроника*
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
*Бакалавр*

Форма обучения
*Очная*

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины *«Б1.Д.В.2 Специальный физический практикум»* рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники
*наименование кафедры*

протокол № 6 от "22" февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра радиофизики и электроники _____ А.П. Русинов
*наименование кафедры* *подпись* *расшифровка подписи*

*Исполнители:*
Доцент _____ В.М. Налбандян
*должность* *подпись* *расшифровка подписи*

---

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
03.03.03 Радиофизика _____ Т.М. Чмерева
*код наименование* *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ Н.Н. Бигалиева
*личная подпись* *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
_____ А.Д Стрекаловская
*личная подпись* *расшифровка подписи*

---

№ регистрации _____

© Налбандян В.М., 2024
© ОГУ, 2024

**1 Цели и задачи освоения дисциплины**

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

формирование у студентов навыков освоения научного оборудования и проведения серьезных физических исследований.

**Задачи:**

- научиться самостоятельно осваивать оборудование для проведения научно-исследовательских работ;
- научиться планировать исследовательскую работу;
- применять на практике умения и навыки, полученные при изучении общего курса физики;
- обобщать и анализировать результаты исследований.

**2 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.16 Молекулярная физика, Б1.Д.Б.18 Оптика, Б1.Д.Б.19 Атомная физика*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.Б.П.1 Научно-исследовательская работа, Б2.П.В.П.1 Преддипломная практика*

**3 Требования к результатам обучения по дисциплине**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1-В-2 Осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников<br>УК-1-В-4 Применяет методы сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и синтеза информации с использованием компьютерных технологий для решения поставленных задач | **Знать:**<br>- терминологию, используемую в оптике и спектроскопии;<br>- основные источники учебной и научной информации по данной дисциплине.<br>**Уметь:**<br>проводить критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников.<br>**Владеть:**<br>методами сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и синтеза информации с использованием компьютерных технологий для решения |

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| | | поставленных задач. |
| ПК*-2 Способен проводить научные исследования в избранной экспериментальной или теоретической области с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта | ПК*-2-В-1 Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности<br>ПК*-2-В-2 Умеет решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта<br>ПК*-2-В-3 Владеет навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных данных | **Знать:**<br>основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности.<br>**Уметь:**<br>решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.<br>**Владеть:**<br>навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных данных. |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | | |
|---|---|---|---|
| | 6 семестр | 7 семестр | всего |
| **Общая трудоёмкость** | **144** | **108** | **252** |
| **Контактная работа:** | **35,5** | **30,25** | **65,75** |
| Лабораторные работы (ЛР) | 34 | 30 | 64 |
| Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий | 1 | | 1 |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,5 | 0,25 | 0,75 |
| **Самостоятельная работа:**<br>*- выполнение курсовой работы (КР);*<br>*- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;*<br>*- изучение разделов курса в системе электронного обучения;*<br>*- подготовка к лабораторным занятиям;*<br>*- подготовка к коллоквиумам;*<br>*- подготовка к рубежному контролю и т.п.)* | **108,5**<br>+ | **77,75** | **186,25** |

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | | |
|---|---|---|---|
| | 6 семестр | 7 семестр | всего |
| **Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)** | **зачет** | **зачет** | |

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | Теория ошибок, погрешности измерений | 14 | | | 2 | 12 |
| 2 | Основы фотометрии | 18 | | | 4 | 14 |
| 3 | Поляризация света и закон Малюса | 18 | | | 4 | 14 |
| 4 | Кольца Ньютона | 18 | | | 4 | 14 |
| 5 | Исследование спектров пропускания и спектров поглощения прозрачных образцов | 18 | | | 4 | 14 |
| 6 | Исследование двойного лучепреломления кристаллов | 20 | | | 6 | 14 |
| 7 | Изучение естественного вращения плоскости поляризации света | 20 | | | 6 | 14 |
| 8 | Качественный спектральный анализ с использованием монохроматора УМ-2 | 18 | | | 4 | 14 |
| | Итого: | 144 | | | 34 | 110 |

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 9 | Обработка и визуализация экспериментальных данных с использованием графического математического пакета Microcal Origin | 10 | | | 4 | 6 |
| 10 | Устройство и принцип работы экспериментальной установки – «лазерный спектрохронограф» | 10 | | | 4 | 6 |
| 11 | Использование цифрового осциллографа GDS-840c для изучения периодических сигналов | 16 | | | 4 | 12 |
| 12 | Кинетика фосфоресценции и замедленной флуоресценции органических красителей в полимерных кислородонепроницаемых матрицах | 16 | | | 4 | 12 |
| 13 | Взаимодействие синглетного кислорода с возбужденными триплетными состояниями молекул органических красителей | 16 | | | 4 | 12 |
| 14 | Исследование спектров поглощения растворов органических красителей | 10 | | | 2 | 8 |
| 15 | Исследование спектров люминесценции растворов органических красителей | 16 | | | 4 | 12 |
| 16 | Исследование нелинейно-оптических свойств растворов органических красителей методом Z- | 14 | | | 4 | 10 |

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| | сканирования | | | | | |
| | Итого: | 108 | | | 30 | 78 |
| | Всего: | 252 | | | 64 | 188 |

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

**1. Теория ошибок, погрешности измерений**
Работа с графическим редактором Методика обработки и представления результатов измере-ний в виде таблиц и графиков (с использованием различных пакетов графических редакторов)

**2. Основы фотометрии**
Рассмотрение энергетических характеристик оптического излучения в процессах его испускания, распространения и взаимодействия с веществом.

**3. Поляризация света и закон Малюса**
Ознакомление с явлением поляризации света. Исследование зависимости интенсивности линейно-поляризованного света, прошедшего через анализатор, от угла между плоскостями поляризации и анализатора, то есть проверка закона Малюса.

**4. Кольца Ньютона**
Изучение сведений по интерференции, методам ее наблюдения, описание лабораторной установки Ознакомление с явлением интерференции света на примере образования колец Ньютона, методика расчета радиуса кривизны линзы.

**5. Исследование спектров пропускания и спектров поглощения прозрачных образцов**
Ознакомление с явлениями дисперсии и поглощения электромагнитных волн. Экспериментальное исследование спектров пропускания и спектров поглощения прозрачных образцов. Рассчет коэффициента поглощения на основе закона Бугера.

**6. Исследование двойного лучепреломления кристаллов**
Изучение явления двойного лучепреломления. Определение зависимости интенсивностей обыкновенного и необыкновенного лучей от угла между плоскостью поляризации падающего света и плоскостью выходящих лучей.

**7. Изучение естественного вращения плоскости поляризации света**
Ознакомление с явлением естественного вращения плоскости поляризации света. Наблюдение вращения плоскости поляризации света раствором сахара и исследование зависимость угла поворота плоскости поляризации от концентрации раствора и от длины волны света.

**8. Качественный спектральный анализ с использованием монохроматора УМ-2**
Ознакомление с принципом действия и работой спектрального аппарата УМ-2. Построение градуировочного графика монохроматора и его дисперсионных характеристик. Определение вещества газоразрядной лампы по построенному спектру.

**9. Обработка и визуализация экспериментальных данных с использованием графического математического пакета Microcal Origin**
Ознакомление с интерфейсом программы. Построение графиков по табличным данным. Оформление атрибутов графика: подписи, легенда, оформление координатах осей, свойства координатной сетки и т.п. Математический анализ экспериментальных данных.

**10. Устройство и принцип работы экспериментальной установки – «лазерный спектрохронограф»**

Изучение основных экспериментальных методов регистрации кинетики люминесценции. Ознакомление с составом и устройством экспериментальной установки – «Лазерный спектрохронограф». Освоение методики настройки и юстировки установки.

**11. Использование цифрового осциллографа GDS-840c для изучения периодических сигналов**

Ознакомление с принципом работы цифрового осциллографа GDS-840C. Изучение принципов работы генератора импульсов прямоугольной формы Г5-56. Изучение параметров сигналов генераторов импульсов прямоугольной формы, метрологические характеристики одиночного импульса.

**12. Кинетика фосфоресценции и замедленной флуоресценции органических красителей в полимерных кислородонепроницаемых матрицах**

Исследование основных закономерностей затухания фосфоресценции и замедленной флуоресценции органических молекул красителей. Освоение методики измерения кинетики фосфоресценции и замедленной флуоресценции органических красителей. Экспериментальное определение основных характеристик кинетики фотолюминесценции органических молекул (постоянной времени люминесценции и др.)

**13. Взаимодействие синглетного кислорода с возбужденными триплетными состояниями молекул органических красителей**

Изучение процесса взаимодействия синглетного кислорода с возбужденными триплетными состояниями молекул органических красителей. Исследование зависимости кинетики замедленной флуоресценции и фосфоресценции молекул органического красителя от кислорода.

**14. Исследование спектров поглощения растворов органических красителей**

Ознакомление с особенностями молекулярных спектров. Освоение методики измерения спектров поглощения растворов красителей на спектрофотометре. Определение концентрации красителя в растворе по измеренной оптической плотности.

**15. Исследование спектров люминесценции растворов органических красителей**

Ознакомление с основными закономерностями люминесценции органических красителей. Освоение методики измерения спектров люминесценции растворов красителей. Определение концентрационной зависимости интенсивности люминесценции раствора.

**16. Исследование нелинейно-оптических свойств растворов органических красителей методом Z-сканирования**

Ознакомление с основными механизмами оптической нелинейности в различных средах. Освоение методики измерения нелинейных параметров растворов органических красителей с использованием установки Z-сканирования. Исследование концентрационной зависимости нелинейного поглощения водного раствора метиленового голубого. Определение механизма оптической нелинейности разбавленных растворов метиленового голубого в водно-спиртовых растворах;

### 4.3 Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Теория ошибок, погрешности измерений | 2 |
| 2 | 2 | Основы фотометрии | 4 |
| 3 | 3 | Поляризация света и закон Малюса | 4 |
| 4 | 4 | Кольца Ньютона | 4 |
| 5 | 5 | Исследование спектров пропускания и спектров поглощения прозрачных образцов | 4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | 6 | Исследование двойного лучепреломления кристаллов | 6 |
| 7 | 7 | Изучение естественного вращения плоскости поляризации света | 6 |
| 8 | 8 | Качественный спектральный анализ с использованием монохроматора УМ-2 | 4 |
| 9 | 9 | Обработка и визуализация экспериментальных данных с использованием графического математического пакета Microcal Origin | 4 |
| 10 | 10 | Устройство и принцип работы экспериментальной установки – «лазерный спектрохронограф» | 4 |
| 11 | 11 | Использование цифрового осциллографа GDS-840c для изучения периодических сигналов | 4 |
| 12 | 12 | Кинетика фосфоресценции и замедленной флуоресценции органических красителей в по-лимерных кислородонепроницаемых матрицах | 4 |
| 13 | 13 | Взаимодействие синглетного кислорода с возбужденными триплетными состояниями молекул органических красителей | 4 |
| 14 | 14 | Исследование спектров поглощения растворов органических красителей | 2 |
| 15 | 15 | Исследование спектров люминесценции растворов органических красителей | 4 |
| 16 | 16 | Исследование нелинейно-оптических свойств растворов органических красителей методом Z-сканирования | 4 |
| | | Итого: | 64 |

### 4.4 Курсовая работа (6 семестр)

1. Фотовольтаические элементы на основе гибридных наноструктур
2. Метаматериалы и фотонные кристаллы
3. Оптика наноструктур. Нанофотоника
4. Технологии получения наноматериалов
5. Оптический квантовый генератор. Классификация, принцип работы, применение.
6. Моделирование физических процессов в наноструктурах. МД - и FDTD - методы
7. Использование ДНК в нанотехнологиях
8. Исследование оптических характеристик стеклянных призм на гониометре ГС-5
9. Полупроводниковые наностуктуры. Квантовые точки. Экситоны Ванье-Мотта.
10. Оптические биосенсоры на основе поверхностного плазмонного резонанса
11. Динамическая голография. Кинетика записи и релаксации решеток.
12. Исследование оптических параметров призм и решеток на спектрометре-гониометре
13. Определения показателя преломления жидкостей

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Налбандян, В. М. Молекулярная оптика [Электронный ресурс] : практикум для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 03.03.02 Физика и 03.03.03 Радиофизика / В. М. Налбандян, А. П. Русинов, Т. М. Чмерева; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.87 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2020. - 102 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 7.0 - ISBN 978-5-7410-2465-2.. - № гос. регистрации 0322003493. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/132211_20201006.pdf
2. Чмерева, Т. М. Геометрическая и волновая оптика [Электронный ресурс] : практикум для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 03.03.02 Физика и 03.03.03 Радиофизика / Т. М. Чмерева, В. М. Налбандян; М-во науки и высш.

образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.42 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2019. - 121 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 7.0 - ISBN 978-5-7410-2305-1. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/109689_20191002.pdf

### 5.2 Дополнительная литература

1. Бутиков Е.И. Оптика: Учеб. пособие для вузов / Е.И. Бутиков. -М. : Высш. школа 1986. - 512с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика [Текст] / Д.В. Сивухин. М. : Физматлит, 1980. - 752 с.
3. 2. Ландсберг, Г. С. Оптика [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г. С. Ландсберг.- 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1976. - 928 с. - (Общий курс физики).

### 5.3 Периодические издания

Оптика и спектроскопия : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН.

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. http://www.elementy.ru/ – сайт «Элементы большой науки»
2. http://www.femto.com.ua/index1.html – энциклопедия физики и техники
3. https://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Геометрическая оптика»;
4. https://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Оптика».

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория Специального физического практикума, оснащенная всем необходимым оборудованием, для проведения лабораторных занятий: Монохроматор УМ-2, Установка по измерению колец Ньютона, фотоколориметр КФК-2, спектрофотометр Genesis 10Vis, люксметры, лабораторные комплекты по оптике, оптические столы, линзы, полупроводниковые лазеры, He-Ne лазер, лазер с диодной накачкой АТС 53–250, монохроматор МХД-2, магнитная мешалка с температурным контроллером MR Hei-Standard, спектрофотометр Т70 UV/Vis, химические реактивы, растворители, органические красители, светодиоды с разным спектром свечения и др.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.