


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»  
Институт новых материалов и технологий

  
УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке  
А.В. Германенко  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.




**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Оптика**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Программа аспирантуры</b> <i>Оптика</i>	<b>Код ПА</b> 1.3.6.
<b>Группа специальностей</b> <i>Физические науки</i>	<b>Код</b> 1.3.
<b>Федеральные государственные требования (ФГТ)</b>	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
<b>Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)</b>	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург  
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Шардаков Николай Тимофеевич	Д.т.н., доцент	Заведующий кафедрой	Кафедра технологии стекла	

**Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № 20220526-01 от 26.05.2022 г.



[O.Yu. Kornienko]

**Согласовано:**

Начальник ОПНПК



[E.A. Butrina]

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ОПТИКА»

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Оптика» относится к базовой части программы аспирантуры.

Цель изучения дисциплины: формирование у аспирантов знаний в области волновой и геометрической оптики, волоконной оптики, молекулярной оптики, фотоэлектрических и фотохимических явлений, оптоэлектроники, методов обработки оптических изображений.

Освоение дисциплины предполагает выполнение следующих задач в процессе обучения:

- изучение фундаментальных законов волновой и геометрической оптики, волоконной оптики, молекулярной оптики, фотоэлектрических и фотохимических явлений, оптоэлектроники, методов обработки оптических изображений;
- формирование умений применять полученные знания для решения научных и прикладных задач в области волновой и геометрической оптики, волоконной оптики, молекулярной оптики, фотоэлектрических и фотохимических явлений, оптоэлектроники, обработки оптических изображений.
- приобретение навыков применения экспериментальных методов, теоретических вычислений и компьютерных расчетов для решения задач в области волновой и геометрической оптики, волоконной оптики, молекулярной оптики, фотоэлектрических и фотохимических явлений, оптоэлектроники, обработки оптических изображений.

## 1.2. Язык реализации дисциплины – русский.

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

### Знать:

- фундаментальные законы, экспериментальные методы и подходы к решению задач в области волновой и геометрической оптики, волоконной оптики, молекулярной оптики, фотоэлектрических и фотохимических явлений, оптоэлектроники, обработки оптических изображений.

### Уметь:

- применять полученные знания для решения научных и прикладных задач в области волновой и геометрической оптики, волоконной оптики, молекулярной оптики, фотоэлектрических и фотохимических явлений, оптоэлектроники, обработки оптических изображений.

### Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками применения экспериментальных методов, теоретических вычислений и компьютерных расчетов для решения задач в области волновой и геометрической оптики, волоконной оптики, молекулярной оптики, фотоэлектрических и фотохимических явлений, оптоэлектроники, методов обработки оптических изображений.

## 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
4.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	1	104
5.	Промежуточная аттестация	104	1	Экзамен

6.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>108</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>3</b>		<b>3</b>

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Волновая оптика	Интерференция, дифракция, поляризация, когерентность света. Оптика анизотропных сред, металлооптика. Оптика световодов
P2	Геометрическая оптика	Формирование, распространение и преобразование световых пучков. Принципы построения оптических систем и инструментов. Явления на границах сред.
P3	Молекулярная оптика	Частотная и пространственная дисперсия, поглощение, отражение, преломление и рассеяние света. Оптическая активность сред и структур
P4	Обработка оптических изображений	Формирование и обработка оптических изображений, топография и томография. Конфокальная микроскопия и оптическая микроскопия ближнего поля
P5	Взаимодействие света с веществом	Фотоэлектрические явления. Фотохимические процессы в газах, конденсированных средах и в биофизических объектах. Детектирование излучения. Фотометрия
P6	Оптоэлектроника	Базовые принципы построения и функционирования фотонных и оптоэлектронных устройств.

## 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 3.1. Практические занятия

Не предусмотрено.

### 3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

В качестве темы реферата может быть представлен аналитический обзор научно-технической литературы по теме диссертации, например:

1. Рассеяние и поглощение света стеклянными микросферами.
2. Фотохимические процессы в стеклах.
3. Распространение света в оптическом волокне.

Объем реферата 20-25 страниц машинописного текста формата А-4.

#### 3.2.2. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

## 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Применяются утвержденные в институте новых материалов и технологий критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 4.2. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

### 4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

### 4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Интерференция монохроматического света. Многолучевая интерференция. Деление волнового фронта. Деление амплитуды. Локализация интерференционных полос. Временная и пространственная когерентность.

2. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии, круглом диске, прямолинейном крае экрана. Дифракция Фраунгофера. Гауссовы пучки. Роль дифракции в оптических приборах.

3. Поляризация плоских монохроматических волн. Эффект Зеемана. Поворот направления линейной поляризации в магнитном поле (эффект Фарадея). Естественное вращение направления

поляризации. Искусственная анизотропия. Эффект Керра.

4. Распространение света в анизотропной среде. Двойное лучепреломление. Плоские монохроматические волны в анизотропной среде. Одноосные кристаллы. Преломление на границе анизотропной среды.

6. Оптические волокна. Типы оптических волокон. Числовая апертура ступенчатого и градиентного волокна. Мощность, вводимая в волокно. Траектория световых лучей.

7. Моды распространения в оптическом волокне. Количество мод в многомодовом волокне. Параметры оптических волокон.

8. Межмодовая дисперсия в ступенчатом и градиентном волокне. Материальная и хроматическая дисперсия. Поляризационная модовая дисперсия. Компенсация дисперсии.

9. Потери в оптических волокнах. Оптимальная длина волны для кварцевого оптического волокна. Потенциальные ресурсы оптического волокна.

10. Законы отражения и преломления света. Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение. Отражение света от поверхности металлов.

11. Оптическое изображение и основные понятия геометрической оптики. Принцип Ферма. Идеальная оптическая система. Линейное, угловое и продольное увеличение оптической системы. Кардинальные и узловые точки оптической системы. Преломление и отражение лучей сферическими и плоскими поверхностями. Параксиальный вариант Аббе. Бесконечно тонкие линзы.

12. Ограничение световых пучков в оптических системах. Аберрации оптических систем. Яркость и освещенность оптических изображений. Оптическая сила системы. Разрешающая способность оптических инструментов.

10. Классическая электронная теория дисперсии. Дисперсия вдали от линии поглощения. Аномальная дисперсия. Дисперсия в металлах и плазме. Дисперсия в ионных кристаллах.

13. Поглощение и рассеяние света шаром, частицей произвольной формы, частицей, малой по сравнению с длиной волны. Рассеяние на призмах. Теория Релея-Ганса. Сечение поглощения и сечение рассеяния. Угловое распределение рассеянного света. Рассеяние на сложных частицах: шар в оболочке, анизотропная сферическая частица, оптически активная частица, неоднородная частица.

14. Шероховатая поверхность. Профиль шероховатой поверхности и его параметры. Структура шероховатой поверхности. Функция распределения микрограней по углам наклона и ее определение.

15. Прохождение света через шероховатую поверхность. Распределение рассеянного света и структура рассеивающей поверхности. Когерентность излучения, прошедшего через шероховатую поверхность.

16. Отражение света от шероховатой поверхности. Спектры отражения. Индикатриса рассеяния. Зеркальное отражение от шероховатой поверхности. Когерентность и деполяризация света, отраженного шероховатой поверхностью.

17. Компьютерная обработка изображений. Дискредитация и квантование непрерывных изображений. Ввод изображений. Сжатие изображений. Улучшение качества изображений. Форматы хранения изображений.

18. Формирование, анализ и обработка сигналов в оптической когерентной томографии во временной и частотной областях. Обработка сигналов в доплеровской оптической когерентной томографии.

19. Процессы поглощения в полупроводниках. Спектры поглощения и отражения. Прямые переходы. Непрямые переходы. Экситонное поглощение. Зонная схема стекла. Локализованные состояния. Центры окраски. Фотохромные стекла.

20. Фотопроводящие, фотовольтаические, фотоэлектромагнитные приемники. Усиление фотопроводимости. Солнечные элементы.

21. Излучательные процессы в полупроводниках. Межзонная излучательная рекомбинация. Излучательная рекомбинация на локальных энергетических состояниях. Процессы безизлучательной рекомбинации.

22. Физические процессы в полупроводниковых лазерах. Инжекция и рекомбинация в  $p-n$

переходах. Условия генерации и квантовая эффективность инжекционных лазеров. Светодиоды.

23. Фотометрические величины и единицы их измерения. Энергетические фотометрические величины. Световые энергетические величины. Прохождение излучения через оптические среды и оптические системы. Энергетическая (радиационная), яркостная, цветовая температура и их связь с истинной температурой тела.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Рекомендуемая литература**

#### **5.1.1. Основная литература**

##### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Ландсберг Г. С.; Оптика: учебное пособие; Физматлит, Москва; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485257> (Электронное издание)
2. Мандельштам Л. И., Рытов С. М.; Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике; Наука, Москва; 1972; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477430> (Электронное издание).

##### **Печатные издания**

1. Ландсберг Г. С.; Оптика: для физ. специальностей вузов.; Наука, Москва; 1976 (11 экз.).
2. Ландсберг Г. С.; Оптика: [учебное пособие для физических специальностей вузов] ; Физматлит, Москва; 2006 (1 экз.).
3. Ахманов С. А., Никитин С. Ю., Садовничий В. А.; Физическая оптика: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Физика"; Издательство Московского университета: Наука, Москва; 2004 (6 экз.).
4. Москалев В. А., Нагибина И. М., Полушкина Н. А., Рудин В. Л.; Прикладная физическая оптика: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Оптехника"; Высшая школа, Москва; 2002 (20 экз.).

#### **5.1.2. Дополнительная литература**

##### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Истомина З. А., Кошелева В. Ю., Михельсон А. В.; Интерференция света: Метод. указ. к лаб. работам N 22, 26, 30.; УПИ, Свердловск; 1986; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/319> (Электронное издание).
2. Дифракция и поляризация лазерного излучения: метод. указания к лаб. работам N 403 по курсу "Физика" для студентов, обучающихся по специальности 010701 "Физика"; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2005; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/129> (Электронное издание).
3. Гоголева Е. М., Дерябин В. А.; Прикладная оптика: учебное пособие для спо; Профобразование, Уральский федеральный университет, Саратов, Екатеринбург; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/87849.html> (Электронное издание).

##### **Печатные издания**

1. Матвеев А. Н.; Оптика: Учеб. пособие для физ. спец. вузов; Высшая школа, Москва; 1985 (22 экз.).
2. Овчинников В. А.; Физика: Учеб. пособие. Ч. 3. Тепловое излучение. Фотоэффект. Эффект Комптона; УПИ, Свердловск; 1975 (2 экз.).
3. Сивухин Д. В.; Сборник задач по общему курсу физики. Оптика: [учебное пособие для физических специальностей вузов.; Наука, Москва; 1977 (34 экз.).
4. Сивухин Д. В.; Общий курс физики: [учеб. пособие для физ. спец. вузов: в 5 т.]. Т. 4. Оптика; Наука, Москва; 1985 (16 экз.).
5. Мандель, Андрианова С. Н., Вольф, Самарцев В. В.; Оптическая когерентность и квантовая оптика; Наука. Физматлит, Москва; 2000 (2 экз.).
6. Дмитриев В. Г., Тарасов Л. В.; Прикладная нелинейная оптика; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2004 (2 экз.).
7. Солимено С., Московец Е. В., Тяхт В. В., Летохов В. С.; Дифракция и волноводное распространение оптического излучения; Мир, Москва; 1989 (3 экз.).

8. Фабелинский И. Л., Басов Н. Г.; Нелинейная оптика и молекулярное рассеяние света; Наука, Москва; 1991 (1 экз.).

## **5.2. Методические разработки**

Не используются.

## **5.3. Программное обеспечение**

1. Microsoft office (Word, Excel, Power point);
2. Adobe Reader.

## **5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;
2. Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;
3. Scopus: <http://www.scopus.com>;
4. Reaxys: <http://reaxys.com>;
5. Поисковая система EBSCO Discovery Service <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=141>;
6. Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>;
7. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>.

## **5.5. Электронные образовательные ресурсы**

1. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>;
2. Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>;
3. Электронный каталог <http://opac.urfu.ru>;
4. Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>;
5. Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>;
6. Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>;
7. Издательская группа "Оптика". Режим доступа: <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
8. Цифровая библиотека SPIE - коллекция прикладных исследований в области оптики и фотоники. Режим доступа: <http://spiedigitallibrary.org>;
9. Электронный научный архив Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Режим доступа: <https://elar.urfu.ru>;
10. Ахманов, С. А. Физическая оптика : учебник / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин. – Физическая оптика, 2025-09-18. – Электрон. дан. (1 файл). – Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004. – 656 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также лабораториями, оснащёнными компьютерами и оргтехникой, современными приборами и оборудованием, необходимыми для проведения экспериментальных работ и обработки полученных результатов (высокотемпературными печами, кристаллизаторами, шлифовально-полировальным оборудованием, вакуумными установками, спектрометрами, микроскопами, лазерами, оптическими столами и т.д.).

Все помещения соответствуют действующим санитарно-техническим нормам и требованиям техники безопасности и обеспечивают проведение теоретической и практической подготовки, предусмотренной учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы.