

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 8 от 24.09.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Физическая оптика

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

03.03.03 - Радиофизика

---

Направленность образовательной программы

Радиофизика и электроника

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Физическая оптика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен осваивать принципы работы и методы эксплуатации современной и перспективной радиоэлектронной, оптической и акустической аппаратуры	ПК-1.1: Применяет теоретические основы создания и принципы функционирования радиоэлектронной, оптической и акустической аппаратуры ПК-1.2: Осваивает новые технологии радиоэлектронной, оптической и акустической аппаратуры, используя специальную, научную и учебную литературу	ПК-1.1: Знать методы решения профессиональных задач в области физической оптики Уметь решать стандартные задачи в области физической оптики  ПК-1.2: Владеть опытом применения информационно-коммуникационных технологий для решения профессиональных задач в области физической оптики	Собеседование	Зачёт: Контрольные вопросы Тест
ПК-2: Способен осваивать и применять современные и перспективные методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области радиофизики	ПК-2.1: Анализирует современное состояние исследований в области физики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов ПК-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи ПК-2.3: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации в ходе	ПК-2.1: Знать методики получения и интерпретации данных современных научных исследований в области физической оптики  ПК-2.2: Уметь и обладать навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области построения оптических систем  ПК-2.3: Владеть опытом сбора и интерпретации данных в	Тест Собеседование	Зачёт: Контрольные вопросы Тест

	планирования, подготовки, проведения НИР в области радиофизики	области физической оптики, необходимых для проведения научных исследований		
--	----------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>0</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>32</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Введение. Основные свойства оптического излучения	5	0	2	2	3
Материальная дисперсия в оптической среде	6	0	2	2	4
Оптическая анизотропия.	8	0	4	4	4
Геометрическая оптика неоднородных сред.	8	0	4	4	4
Геометрическая теория оптических систем.	8	0	4	4	4
Применение методов геометрической оптики для сбора и обработки информации.	8	0	4	4	4
Элементы теории дифракции оптического излучения.	6	0	3	3	3
Радиооптический подход к решению дифракционных задач.	6	0	2	2	4
Дифракционные структуры.	5		2	2	3
Интерференция оптического излучения, интерферометрия, интерферометры	6		3	3	3

Оптика спеклов	5		2	2	3
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	0	32	33	39

### **Содержание разделов и тем дисциплины**

Введение. Основные свойства оптического излучения  
Материальная дисперсия в оптической среде  
Оптическая анизотропия.  
Геометрическая оптика неоднородных сред.  
Геометрическая теория оптических систем.  
Применение методов геометрической оптики для сбора и обработки информации.  
Элементы теории дифракции оптического излучения.  
Радиооптический подход к решению дифракционных задач.  
Дифракционные структуры.  
Интерференция оптического излучения, интерферометрия, интерферометры  
Оптика спеклов

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

#### **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

##### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

##### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-1:**

1. Приближение геометрической оптики для задач распространения оптического излучения в неоднородных средах. Примеры расчета хода лучей в неоднородных средах: средах. Оптические элементы из неоднородных сред (градиентные световоды, селфоки ,...).

2. Проективные преобразования (построение изображений) в геометрической оптике. Координатные сечения (главные, фокальные, узловые плоскости). Матричный метод расчета оптических систем.
3. Материальная и угловая дисперсия в оптических световодах. Модели дисперсии. Дисперсионные ограничения на полосу частот и протяженность оптоволоконных каналов.
4. Лучевые методы формирования и обработки изображений объемных структур (томография, профилометрия).
5. Интерференционные методы формирования изображений (голография). Численные и дифракционные алгоритмы восстановления голографических изображений. Условия пространственного разделения действительных и мнимых изображений.

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. Дифракционные методы расчета оптических систем (метод функции Грина, разложение по плоским волнам). Импульсная и пространственно частотная характеристики проекционной системы на основе апертурно ограниченной тонкой линзы.
2. Пространственный спектр изображения. Дифракционные Фурье анализаторы. Оптические методы частотной и согласованной фильтрации изображений. Визуализация фазовых структур.
3. Тонкие и толстые дифракционные решетки. Условия формирования дифракционных максимумов. Методы формирования цветного голографического изображения (радужные голограммы). Спектральная и пространственно частотная характеристики брегговских решеток.
4. Дифракция света на случайно неоднородных средах. Анализ объемных неоднородностей методом светорассеяния, условие однократного рассеяния. Спекл интерферометрия.
5. Интерференционные методы оптических измерений. Роль когерентности излучения. Голографическая интерферометрия. Фурье спектроскопия.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
--------	--------------------

<b>зачтено</b>	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Законы отражения и преломления для плоской световой волны.
2. Элементарная теория дисперсии.
3. Дисперсионные характеристики оптических материалов.
4. Оптические рефрактометры.
5. Методы поляриметрии.
6. Основные свойства оптических лучей, выражение для оптической длины луча в среде с неоднородным показателем преломления.
7. Идеальное оптическое изображение. Требования к идеальному оптическому прибору.
8. Свойства координатных сечений оптической системы.
9. Методы нахождения координатных сечений оптической системы в параксиальном приближении.
10. Метод реконструктивной томографии.

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

11. Методы решения дифракционных задач.
12. Распространение и фокусировка световых пучков.
13. Алгоритмы записи и восстановления голограмм.
14. Расчет оптических систем в дифракционном приближении.
15. Частотная и согласованная фильтрация изображений.
16. Дифракция на объемных структурах.
17. Оптические спектры рассеяния в задачах диагностики случайных неоднородностей.
18. Контраст и локализация интерференционной картины.
19. Многолучевая интерферометрия.
20. Метод Фурье-спектроскопии.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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



## Основная литература:

1. Борн М. Основы оптики / пер. с англ.: С. Н. Бреуса [и др.] ; под ред. Г. П. Мотулевич. - М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1970. - 855 с. - 85.00., 18 экз.
2. Зверев В. А. Радиооптика : Преобразования сигналов в радио и оптике. - М. : Советское радио, 1975. - 304 с. : черт. - 0.94., 23 экз.
3. Гудмен Джозеф У. Введение в Фурье-оптику / пер. с англ. В. Ю. Галицкого и М. П. Головея ; под ред. (и с предисл.) Г. И. Косоурова. - М. : Мир, 1970. - 364 с. : ил. - 1.39., 5 экз.

## Дополнительная литература:

1. Джеррард А. Введение в матричную оптику / пер. с англ. А. И. Божкова и Д. В. Власова ; под ред. [и с предисл.] В. В. Коробкина. - М. : Мир, 1978. - 341 с. : ил. - 2.10., 2 экз.
2. Сороко Лев Маркович. Гильберт-оптика. - М. : Наука, 1981. - 159 с. : ил. - 0.80., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

-

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Шарков Валерий Валерьевич, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Кудрин Александр Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023 г., протокол № 09/23.