

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 от
«31» мая 2023 г. № 6
апреля 2023 г. № 1

Рабочая программа дисциплины

«Физическая оптика»

Уровень высшего образования
бакалавриат
Направление подготовки
03.03.03 «Радиофизика»

Профиль подготовки
«Радиофизика и электроника»

Квалификация
бакалавр
Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2023

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Физическая оптика» относится к дисциплинам по выбору вариативной части основной образовательной программы по направлению 03.03.03 «Радиофизика», преподается в 6 семестре.

Целями освоения дисциплины является: формирование у студента современного представления о методах физической оптики, их применения в задачах распространения оптического излучения в пространственно неоднородных и анизотропных средах, средах с дисперсией. Рассматриваются физические модели оптических сред, вопросы формирования изображения, интерференции и дифракции оптического излучения. Обсуждаются методы проведения оптических измерений, принципы построения оптических систем формирования изображения, анализа характеристик оптического излучения. Большое внимание в курсе уделено сопутствующему математическому описанию указанных явлений и систем на базе электродинамической модели распространения волн и их использованию для расчета основных характеристик оптических систем.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с

планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

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**	
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	Знать методы решения профессиональных задач в области физической оптики Уметь решать стандартные задачи в области физической оптики Владеть опытом применения информационно-коммуникационных технологий в области физической оптики для решения	<i>Задача, собеседование</i>

		профессиональн ых задач	
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 планирования, подготовки, проведения НИР в области радиофизики.	Знать методики получения и интерпретации данных современных научных исследований в области физической оптики Уметь и обладать навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области построения оптических систем Владеть опытом сбора и интерпретации данных в области физической оптики, необходимых для проведения научных исследований	Задача, собеседование

3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Физическая оптика». Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа - занятия семинарского типа, 1 час – мероприятия промежуточной аттестации), 75 часов составляют самостоятельную работу обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	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	Занятия лабораторного типа	Всего	
Введение. Основные свойства оптического излучения	6		2		2	
Материальная дисперсия в оптической среде	10		2		2	8
Оптическая анизотропия.	12		4		4	8
Геометрическая оптика неоднородных сред.	12		4		4	8
Геометрическая теория оптических систем.	12		4		4	8
Применение методов геометрической оптики для сбора и обработки информации.	12		4		4	8
Элементы теории дифракции оптического излучения.	9		3		3	6
Радиооптический подход к решению дифракционных задач.	10		2		2	8
Дифракционные структуры.	7		2		2	5
Интерференция оптического излучения, интерферометрия, интерферометры	9		3		3	6
Оптика спеклов	8		2		2	6
Промежуточная аттестация (зачет)						

4. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используется основная образовательная технология: проблемный метод изложения материала с наглядной демонстрацией изучаемых систем с помощью мультимедийных средств обучения.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- разбор материала семинарских занятий,
- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы,
- подготовка к аттестации

Текущий контроль усвоения моделей и понятий проводится путем проведения тестовых опросов непосредственно в процессе изложения материала

Примеры тестовых контрольных вопросов:

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.
6. 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.
7. Пространственный спектр изображения. Дифракционные Фурье анализаторы. Оптические методы частотной и согласованной фильтрации изображений. Визуализация фазовых структур.
8. Тонкие и толстые дифракционные решетки. Условия формирования дифракционных максимумов. Методы формирования цветного голографического изображения (радужные голограммы). Спектральная и пространственно частотная характеристики береговых решеток.
9. Дифракция света на случайно неоднородных средах. Анализ объемных неоднородностей методом светорассеяния, условие однократного рассеяния. Спекл интерферометрия.
10. Интерференционные методы оптических измерений. Роль когерентности излучения. Голографическая интерферометрия. Фурье спектроскопия.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ОПК-2 Способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
З1 Знать методики получения и интерпретации данных современных научных исследований в области физической оптики	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в методиках	Знание методик интерпретации и данных с рядом негрубых ошибок	Знание методик получения и интерпретации данных исследований с рядом заметных погрешностей	Знание методик получения и интерпретации данных исследований с незначительными погрешностями	Знание методик получения и интерпретации данных исследований без ошибок и погрешностей	Всестороннее знание методик получения и интерпретации данных исследований в области физической оптики без ошибок и погрешностей
У1 Уметь и обладать навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области оптических систем	Полное отсутствие требуемых умений	Фрагментарные умения сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области оптических систем	Умение сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области оптических систем с рядом негрубых ошибок	Умение сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области оптических систем с рядом заметных погрешностей	Умение сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области оптических систем с незначительными погрешностями	Умение и обладание навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области оптических систем	Умение и обладание навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований в области оптических систем и использования их для формирования научных выводов в профессиональной деятельности
В1 Владеть опытом сбора и интерпретации данных в области физической оптики, необходимых для проведения научных исследований	Полное отсутствие опыта сбора, обработки и интерпретации данных в области оптических систем	Фрагментарные навыки владения опытом сбора, обработки и интерпретации данных в области оптических систем	Наличие минимальных навыков владения опытом сбора, обработки и интерпретации данных в области оптических систем	Посредственное владение навыками сбора, обработки и интерпретации данных в области оптических систем	Достаточное владение навыками сбора, обработки и интерпретации данных в области оптических систем	Хорошее владение навыками сбора, обработки и интерпретации данных в области оптических систем	Всестороннее владение навыками сбора, обработки и интерпретации данных в области оптических систем и их использования в профессиональной деятельности
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	21 – 50 %	51 – 70%	71-80%	81 – 90%	91 – 99%	100%

ПК-1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
31 (ПК-1) Знать методы решения профессиональных задач в области физической оптики	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в методиках	Знание методик решения задач с рядом негрубых ошибок	Знание методик решения задач с рядом заметных погрешностей	Знание методик решения оптических задач с незначительными погрешностями	Знание методик решения оптических задач без ошибок и погрешностей	Всестороннее знание методик решения задач в области физической оптики без ошибок и погрешностей
У1 (ПК-1) Уметь решать стандартные задачи на основе информационной и библиографической культуры в области физической оптики	Полное отсутствие требуемых умений	Фрагментарные умения решения задач в области оптических систем	Умение решать задачи в области оптических систем с рядом негрубых ошибок	Умение решать задачи в области оптических систем с рядом заметных погрешностей	Умение решать задачи в области оптических систем с незначительными погрешностями	Хорошее умение и обладание навыками решения задач в области оптических систем	Всестороннее умение и обладание навыками решать задачи в области оптических систем
В1(ПК-1) Владеть опытом применения информационно-коммуникационных технологий в области физической оптики для решения профессиональных задач	Полное отсутствие опыта	Недостаточные навыки владения опытом применения информационно-коммуникационных технологий в области оптических систем	Наличие минимальных навыков владения применением информационно-коммуникационных технологий в области оптических систем	Посредственное владение навыками применения информационно-коммуникационных технологий в области оптических систем	Достаточное владение опытом применения информационно-коммуникационных технологий в области оптических систем	Хорошее владение опытом применения информационно-коммуникационных технологий в области оптических систем	Всестороннее владение опытом применения информационно-коммуникационных технологий в области оптических систем и их использования в профессиональной деятельности
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	21 – 50 %	51 – 70%	71-80%	81 – 90%	91 – 99%	100%

6.2. Описание шкал оценивания

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способность студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении задачи (с предварительной

подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Результатом проверки усвоения студентом материала и правильности решения задачи является выставление студенту оценки «зачтено». При отсутствии соответствующего уровня знаний и навыков студент не аттестовывается с выставлением оценки «не зачтено»

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются: индивидуальное собеседование (ОПК – 2), тестовые контрольные вопросы (ОПК – 3).

Для оценивания результатов обучения в виде умений используется индивидуальное собеседование (ОПК – 2).

Для оценивания результатов обучения в виде владений используются: индивидуальное собеседование (ОПК – 2,3), тестовые контрольные задачи (ОПК – 3).

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

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 координальных сечений оптической системы.
9. Методы нахождения координальных сечений оптической системы в параксиальном приближении.
10. Метод реконструктивной томографии.
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.

Для оценки сформированности компетенции ПК-1 используются также контрольные задания, примеры которых приведены в пункте 5.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Физическая оптика»

а) основная литература:

1. М.Борн,Э.Вольф. Основы оптики. М., Наука, 1970.
2. В.А.Зверев Радиооптика М Сов.радио 1975.
- 3 Дж.Гудмен Введение в фурье-оптику М. Мир 1979.

б) дополнительная литература:

1. А.Джеррард, Дж. М. Берч Введение в матричную оптику М.Мир 1978
2. Л.М. Сороко Гильберт-оптика М. Наука 1981.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 03.03.03 «Радиофизика»

Автор _____доцент Менсов С.Н.

Рецензент _____ профессор Гавриленко В.Г.

Заведующий кафедрой _____ профессор Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.