

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

Высшая школа общей и прикладной физики

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ

протокол от
« » 20__ г.

Рабочая программа дисциплины

Физическая оптика

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы
Фундаментальная физика

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2021 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.11, Физическая оптика относится к части ОПОП направления подготовки 03.03.02 Физика, формируемой участниками образовательных отношений.

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	
ПК-1: Способен выполнять научную работу в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы, сложного физического оборудования и информационных техн	ПК-1.1: Знания: ПК-1.2: Умения: ПК-1.3: Навыки:	ПК-1.1: Знать основные законы оптики, устройство и принцип действия оптических приборов и соответствующих измерительных приборов. ПК-1.2: Уметь пользоваться современными методами анализа, синтеза и обработки физической информации в соответствующей области физических исследований (оптике). ПК-1.3: Владеть навыками экспериментальной работы в области физики лазеров и физической оптики в том числе и на современной приборной базе.	Собеседование и задачи (практические задания)
ПК-2: Способен применять в научно-исследовательской деятельности профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин	ПК-2.1: Знания: ПК-2.2: Умения: ПК-2.3: Навыки:	ПК-2.1: Знать основные методы исследования, применяемые при решении задач физической оптики. ПК-2.2: Уметь применять на практике профессиональные знания теории физической оптики и методов оптических исследований. ПК-2.3: Владеть основными методами оптических измерений, определения точности и достоверности полученных результатов	Собеседование и задачи (практические задания)

ПК-3: Способен ставить и решать научно-инновационные задачи, применять результаты научных исследований в инновационной и проектной деятельности	ПК-3.1: Знания: ПК-3.2: Умения: ПК-3.3: Навыки:	ПК-3.1: Знать основные принципы и методы решения научно-инновационных задач в области физической оптики ПК-3.2: Уметь осуществлять выбор необходимых научных методов исследований для решения задач профессиональной деятельности. ПК-3.3: Владеть навыками экспериментальной работы в области физической оптики.	Собеседование и задачи (практические задания)
---	---	---	---

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость	5
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	79
Промежуточная аттестация	36 экзамен

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	

	очная	очная	очная	очная	очная	очная
Тема 1. Введение в физическую оптику	10	2	1	1	4	6
Тема 2. Волновая теория света. Суперпозиция волн	10	2	1	1	4	6
Тема 3. Интерференция света	10	2	1	1	4	6
Тема 4. Многолучевая интерференция. Интерферометры и эталоны	10	2	1	1	4	6
Тема 5. Дифракция света	10	2	1	1	4	6
Тема 6. Дифракционные решетки	10	2	1	1	4	6
Тема 7. Поляризация света	10	2	1	1	4	6
Тема 8. Двулучепреломление и оптическая активность	10	2	1	1	4	6
Тема 9. Оптические приборы. Точность оптических измерений	10	2	1	1	4	6
Тема 10. Электромагнитная теория света	10	2	1	1	4	6
Тема 11. Молекулярная оптика и теория дисперсии	14	4	2	2	8	6
Тема 12. Оптика анизотропных сред	14	4	2	2	8	6
Тема 13. Волоконная оптика	15	4	2	2	8	7
Аттестация	36					
КСР	1				1	
Итого	180	32	16	16	65	79

Практические занятия (семинарские 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.

Практическая подготовка предусматривает:

Разбор решения задач различной степени сложности, проведение обсуждения рассматриваемых проблем в свете последних научных достижений в соответствующей области знаний. Студенты работают как индивидуально, так и коллективно.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 4 ч.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

Применение знаний и умений при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности

- компетенций:

ПК-1: Способен выполнять научную работу в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы, сложного физического оборудования и информационных технологий;

ПК-2: Способен применять в научно-исследовательской деятельности профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин;

ПК-3: Способен ставить и решать научно-инновационные задачи, применять результаты научных исследований в инновационной и проектной деятельности

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках: занятий семинарского типа, занятий лабораторного типа, групповых консультаций, индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

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

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие	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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	отказа обучающегося от ответа						
<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 отдельными 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 владения материалом . 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 некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	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
	Отлично	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»
	Очень хорошо	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»

	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»
	Удовлетворительно	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	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

(согласно оценочным средствам табл.2)

Перечень лабораторных работ, выполняемых при освоении дисциплины¹:

1. Дифракция. Зоны Френеля. Дифракционная решетка
2. Интерференция. Интерферометр Фабри-Перо и кольца Ньютона
3. Поляризация света и методы её измерения.

Теоретические вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

I. Вопросы, выносимые на зачет.

1. Физическая оптика, как часть физической науки. Оптический и видимый диапазоны электромагнитных волн. Основные характеристики световых волн.
2. Методы сложения гармонических колебаний. Принцип Гюйгенса-Френеля. Отражение и преломление волн на плоских и сферических поверхностях. Показатель преломления. Оптическая сила линзы.
3. Формула Коши. Рефракция. Нормальная и аномальная дисперсия. Хроматическая абберация.
4. Стоячие волны. Опыт Винера. Опыты Айвса, Друдэ и Нернста.
5. Коэффициент отражения. Нормальное падение света. Оптическая разность хода.
6. Закон фотометрического сложения. Когерентность света. Условия наблюдения интерференционных полос.
7. Интерференция от двух когерентных источников. Опыт Юнга, Гримальди, зеркала и бипризма Френеля, зеркало Ллойда, билинза Бийе.
8. Интерференция в тонких пленках. Видимость интерференционных полос. Полосы равного наклона и равной толщины.
9. Кольца Ньютона. Локализация полос. Неотражающие слои. Оптическое просветление.
10. Высоко отражающие слои. Многолучевая интерференция. Эталон Фабри-Перо. Пластика Люммера-Герке.
11. Калибровка спектрометра. Последовательное расположение двух интерферометров.

¹ Лабораторные работы выполняются студентами в соответствии с графиком выполнения работ, разрабатываемым преподавателем.

12. Ахроматические полосы. Интерференционные фильтры.
13. Дифракция Френеля и дифракция Фраунгофера.
14. Методы Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и на круглом экране. Пятно Пуассона.
15. Дифракционная решетка. Зонная пластинка. Спираль Корню.
16. Двумерные решетки. Муаровые полосы. Трехмерные решетки. Фактор рассеяния. Эшелетты. Реплики. Духи Роуланда и Лаймана.
17. Амплитудные и фазовые решетки. Синусоидальное смещение. Угловая дисперсия. Эшелон и эшель.
18. Интеграл и метод Кирхгофа. Гипотеза Сен-Венана.
19. Дополнительные дифракционные экраны. Теорема Бабиня. Эриометр Юнга. Дифракция на ультразвуке.

II. Вопросы, выносимые на экзамен.

1. Прямолинейное распространение света. Принцип Ферма. Связь между волновой и лучевой оптикой.
2. Скалярная и векторная волновые теории света. Закон Брюстера.
3. Опыты Малюса. Закон Малюса. Двойное лучепреломление. Призмы Николя, Фуко, Глана-Томпсона. Дисперсия двулучепреломления.
4. Линейная, круговая и эллиптическая поляризации света. Четвертьволновая и полуволновая пластинки. Последовательность нескольких пластинок.
5. Компенсатор Бабиня. Поляризационные светофильтры.
6. Построение изображений. Параксиальные лучи. Телескопические системы. Диффрагмы. Полевая линза. Зеркала и призмы.
7. Критерий Релея. Предел разрешения для телескопа. Предел разрешения для глаза. Полезное и бесполезное увеличение.
8. Разрешающая сила эталона Фабри-Перо. Фазоконтрастная микроскопия. Теория Аббе. Полосы Тальбота.
9. Электромагнитная теория света. Уравнения Максвелла. Свойства электромагнитных волн.
10. Граничные условия. Законы отражения и преломления. Степень поляризации.
11. Гауссов пучок. Расходимость в однородной среде. Фокусировка гауссовых пучков.
12. Распространение световых волн в волоконных световодах. Моды оптических световодов. Условия реализации одномодового световода.
13. Оптическая анизотропия. Двулучепреломление в одноосных кристаллах. Преломление в двуосных кристаллах.
14. Молекулярная структура кристалла и его оптическая анизотропия. Оптическая активность. Эффект Фарадея.
15. Эффект Керра. Электрооптический затвор. Фотоупругость.

Типовые задачи для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

Задача 1 Пусть на стекло с показателем преломления 1.5 нанесен слой вещества с показателем преломления 2.0. Рассчитать толщину слоя, который давал бы а) максимум и б) минимум отражения для света длины волны 500нм. Рассмотреть случай нормального падения.

Задача 2 На экран с двумя щелями шириной a падает плоская частично-когерентная волна. Нарисовать интерференционную картинку в дальней зоне, если радиус когерентности световой волны: 1) намного больше расстояния между щелями; 2) намного меньше расстояния между щелями.

Задача 3 Определить радиус диска Эйри, если длина волны 500нм и 1) радиус диафрагмы $R=1\text{см}$, расстояние $z=1\text{м}$, 2) $R=3\text{мм}$, $z=50\text{см}$.

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

а) основная литература:

- 1) Дитчберн Р. - Физическая оптика. - М.: Наука, 1965. - 631 с., 4 л. ил. -13 экз.
- 2) Сивухин Д. В. - Общий курс физики: учеб. пособие для студентов физ. специальностей вузов : [в 5 т.]. Т. 4, 1985 -751 с. -24 экз..

б) дополнительная литература:

1. Ахманов С. А. Физическая оптика. М.: Изд-во МГУ, 2004 г. -656 с. -ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА" <http://www.studentlibrary.ru/book/5-211-04858-X.html>
2. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 848 с. -ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА" <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922103145.html>

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

- 1) Учебно-образовательная физико-математическая библиотека EqWorld
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/statphys.htm>
- 2) Родионов С.А. Основы оптики. Конспект лекций.– СПб: СПб ГИТМО (ТУ), 2000. - 167 с.
http://aco.ifmo.ru/el_books/basics_optics/

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: Для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории.

Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет.

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 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): О.В. Палашов, И.Л. Снетков, А.В. Старобор

Заведующий кафедрой:

Программа одобрена на заседании методической комиссии
ВШОПФ от 30.06.2021, протокол № 3.