

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий  
кафедрой оптики и  
спектроскопии  
(Овчинников О.В.)

*подпись, расшифровка подписи*

24 . 06 . 2022г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1.1.3 Оптика

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

- 1. Код и наименование научной специальности:** 1.3.6. Оптика
- 2. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра оптики и спектроскопии
- 3. Составители программы:** Овчинников Олег Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор
- 4. Рекомендована:** НМС физического факультета 23.06.2022 г. протокол № 6
- 5. Учебный год:** 2025-2026 **Семестр(ы):** 7

**6. Цели и задачи учебной дисциплины:** Курс "Оптика" имеет цель расширить знания аспирантов, обучающихся по программе подготовки аспирантов по специальности "Оптика", с теорией взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, используя электродинамические и квантово-механические подходы. Задача спецкурса - обеспечить умение применять, знания, полученные при изучении базовых физических дисциплин - "Электродинамика", "Квантовая механика", "Физика твердого тела", "Кристаллография" - при рассмотрении теории оптических свойств кристаллов, обобщить знания, полученные в ходе изучения специальных дисциплин по программе аспирантуры.

**7. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Данная дисциплина направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена и относится к Блоку 2 "Образовательный компонент".

**8. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-5	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p><b>знать:</b> современные оптические методы исследования вещества;</p> <p><b>уметь:</b> применять и обобщать, знания, полученные при изучении дисциплины, при теоретических и экспериментальных исследованиях оптических свойств кристаллов;</p> <p><b>владеть:</b> современными оптическими методами моделирования и проведения эксперимента для изучения взаимодействия света с веществом</p>

**9. Объем дисциплины в зачетных единицах/час - 4/144.**

**Форма промежуточной аттестации экзамен**

### 13 Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		сем. 7
Аудиторные занятия	18	18
в том числе:		
<i>лекции</i>	-	-
<i>практические</i>	-	-
<i>лабораторные</i>	-	-
<i>индивидуальные занятия</i>	18	18
Самостоятельная работа	90	90
Контроль	36	36
Итого:	144	144
Форма промежуточной аттестации		экзамен

### Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
	Индивидуальные занятия	

01	Дифракция электромагнитных волн на сфере	Теория Ми. Резонансы в спектрах экстинкции малых металлических и диэлектрических частиц. Эффект формы. Физическая природа резонансов.
02	Отрицательное преломление	Условия для отрицательного поглощения. Метаматериаллы.
03	Поверхностные электромагнитные волны	Условия возбуждения поверхностных электромагнитных волн (ПЭВ) в оптическом диапазоне. Способы возбуждения ПЭВ. Применения ПЭВ.

#### Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)						
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Индивидуальные занятия	Контроль	Всего
01	Дифракция электромагнитных волн на сфере	-	-	-	30	6	12	48
02	Отрицательное преломление	-	-	-	30	6	12	48
03	Поверхностные электромагнитные волны				30	6	12	48
Итого:				-	90	18	36	144

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации;
- подготовка к выполнению индивидуальных заданий, оформление отчетов.

Данная программа реализуется с учетом следующих принципов: современной научной целесообразности, учебной и исследовательской автономии аспирантов.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	<a href="#">Климов В. В.</a> Наноплазмоника / В.В. Климов. — М.: Физматлит, 2009. — 480 с.
2.	<a href="#">Салех Б.</a> Оптика и фотоника. Принципы и применения = Fundamentals of photonics : [учебное пособие] : [в 2 т.] / Б. Салех, М. Теїх ; пер. с англ. В.Л. Дербова. — Долгопрудный : Изд. Дом "Интеллект", 2012- .— Т. 2. — 2012. — 780 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	<a href="#">Шифрин К.С.</a> Рассеяние света в мутной среде / К.С. Шифрин. — М.-Л. : Гос. изд-во тех.-теорет. лит., 1951. — 288 с.
2.	<a href="#">Борн М.</a> Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф ; пер. с англ. С.Н. Бреуса, А.И. Головашкина, А.А. Шубина ; под ред. Г.П. Мотулевич. — 2-е изд., исправ. — М. : Наука : Физматлит, 1973. — 719 с.
3.	<a href="#">Борен К.Ф.</a> Поглощение и рассеяние света малыми частицами / К. Борен, Д. Хафмен ; Пер. с англ. З. И. Фейзулина и др.; С предисл. В. И. Татарского. — М. : Мир, 1986. — 660 с.
4.	<a href="#">Петров Ю.И.</a> Физика малых частиц / Ю.И. Петров ; АН СССР. Ин-т химической физики. — М. : Наука, 1982. — 359 с.
5.	Оптика наноструктур / С.В. Гапоненко [и др.] под ред. А.В. Федорова. — СПб. : Недра, 2005 — 326 с.
6.	<a href="#">Петров Ю.И.</a> Кластеры и малые частицы / Ю.И. Петров ; Акад. наук СССР, Ин-т химической физики; отв. ред. М.Я. Ген. — М. : Наука, 1986. — 366 с.
7.	<a href="#">Помогайло А.Д.</a> Наночастицы металлов в полимерах / А. Д. Помогайло, А. С. Розенберг, И. Е. Уфлянд. — М. : Химия, 2000. — 671 с.
8.	<a href="#">Брандт Н.Б.</a> Квазичастицы в физике конденсированного состояния / Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. — Изд. 2-е, испр. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 631 с.
9.	<a href="#">Ю. Питер.</a> Основы физики полупроводников / Питер Ю, Мануэль Кардона ; Пер. И.И. Решиной; Под ред. Б.П. Захарченя. — 3-е изд. — М. : Физматлит, 2002. — 560 с.
10.	<a href="#">Нокс Р.</a> Теория экситонов / Р.Нокс ; Пер. с англ. Ю.В. Конобеева; под ред. В.М. Аграновича. — М. : Мир, 1966. — 219 с.
11.	<a href="#">Слэтер Дж.</a> Диэлектрики, полупроводники, металлы / Дж. Слэтер ; пер. с англ. Е. Г. Ландсберга и др. под ред. В. Л. Бонч-Бруевича. — М. : Мир, 1969. — 644 с.
12.	Оптические свойства кристаллов / А.Ф. Константинова [и др.] ; Акад. наук СССР, Ин-т кристаллографии ; Акад. наук Беларуси, Ин-т физики. — Минск : Наука і тэхніка, 1995. — 302с.
13.	<a href="#">Хюлст Г. ван де.</a> Рассеяние света малыми частицами / Г. ван де Хюлст ; пер. с англ. Т.В.

	<i>Водопьяновой; под ред. В.В. Соболева .— М. : Изд-во иностран. лит., 1961 .— 536 с.</i>
14.	<i>Давыдов, А.С. Теория твердого тела : учебное пособие для студ. физ. спец. вузов / А.С. Давыдов .— М. : Наука, 1976 .— 639 с.</i>
15.	<i>Пайнс, Д. Элементарные возбуждения в твердых телах / Д. Пайнс ; Пер. с англ. Ю.В. Гуляева; Под ред. В.Л. Бонч-Бруевича .— М. : Мир, 1965 .— 381 с.</i>
16.	<i>Платцман, Ф. Волны и взаимодействия в плазме твердого тела / Ф. Платцман, П. Вольф ; Пер. с англ. Е.З. Мейлихова; Под ред. В.Г. Скобова .— М. : Мир, 1975 .— 435 с.</i>
17.	<i>Марч, Н. Коллективные эффекты в твердых телах и жидкостях / Н. Марч, М. Паринелло ; Пер. с англ. В.Л. Бонч-Бруевича .— М. : Мир, 1986 .— 318 с.</i>
18.	<i>Оптика : учебное пособие для физ. специальностей вузов / Г. С. Ландсберг .— Изд. 6-е, стер. — М. : Физматлит, 2006 .— 848 с.</i>
19.	<i>Мандельштам Л.И. О распространении волн вдоль поверхности и направляющем действии проводников / Л.И. Мандельштам // Полное собрание тр. - М. : Наука, 1950. С. 366-396.</i>
20.	<i>Поверхностные поляритоны. Электромагнитные волны на поверхностях и границах раздела сред / под ред. В.М. Аграновича, Д.Л. Миллса. - М. : Наука, 1985. - 525 с.</i>
21.	<i>Ландау Л.Д. Электродинамика сплошных сред / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - М. : Наука, 1959. С. 361-365.</i>
22.	<i>Nkoma J. Elementary properties of surface polaritons / J. Nkoma, R. London, D.R. Tiller // J. Phys. C: Solid State Phys. – 1974. - V. 7. - P. 3547-3559.</i>
23.	<i>Королев Ф.А. Теоретическая оптика / Ф.А. Королёв. - М. : Высшая шк., 1966. – 555 с.</i>
24.	<i>Fano U. The theory of anomalous diffraction gratings and of quasi-stationary waves on metallic surface (Sommerfeld's waves) / U.Fano // J. Opt. Soc. Amer.- 1941. - V.31. - P. 213 - 222.</i>
25.	<i>Агранович В.М. Кристаллооптика поверхностных поляритонов и свойства поверхности / В.М. Агранович // Успехи физ. наук. - 1975. - Т.115, вып.2 - С. 199-237.</i>
26.	<i>Либенсон М.Н. Световая волна бежит вдоль поверхности / М.Н. Либенсон // Природа. – 1996. - № 9. – С.14-22.</i>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1.	Поисковая система <a href="http://e-library.ru">e-library.ru</a>
2.	Поисковая система <a href="http://google.ru">google.ru</a>
3.	Архив научных журналов <a href="http://arch.neicon.ru/">http://arch.neicon.ru/</a>
4.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
5.	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a>
6.	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ <a href="http://lib.mexmat.ru">lib.mexmat.ru</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	<i>Взаимодействие электромагнитных волн с веществом : учебное пособие / А.Н. Латышев, В.Н. Селиванов ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2005 .— 106 с.</i>

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости) -

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Вакуумный насос VE-215 (2-х ступ. 42 l/min) VALUE, Доска магнитно-маркерная 100\*200, Камера UC-14T3, Проектор Acer X110 DLP 2500 LUMENS SVGA (800\*600), Система видеорегистрации, Спектрограф PGS 2, Генератор ИВС-29, Компьютер DNSHome 5300/Samsung 20", Лазерный модуль 1М-650180(блок пит., крел. повор.), Осциллограф цифровой RIGOL Полупроводниковый лазер с внешним резонатором с возможн. непрер. перестр. частоты, Компьютер Athlon II X2 250(3GHz)/4GB/GT630/500GB/Sannsung 20", Оптический стол, Учебный волоконно-оптический спектрально-люминесцентный комплекс (OceansOptics), Аквацилилятор ДЭ-4-09, Источники питания HY3005, Источник питания HY 3020, Компьютер Intel/Celeron 1,8ГГц, Лазерн. модуль/блок пит., поворотн. креплен., Мультиметр APPA 109N, Фотодетектор PDF10С/М, Фотозлектронный умножитель (ФЭУ) Hamamatsu, Цифровой лазерный копир/принтер/сканер, Инфракрасный Фурье спектрометр Tensor 37, Проектор BenQ MS612ST

### 19. Фонд оценочных средств:

Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
ОК-5 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	знать: современные оптические методы исследования вещества	<i>Разделы 1-3 Дифракция электромагнитных волн на сфере Отрицательное преломление Поверхностные электромагнитные волны</i>	Устный опрос
	уметь: применять и обобщать, знания, полученные при изучении дисциплины, при теоретических и экспериментальных исследованиях оптических свойств кристаллов	<i>Разделы 1-3 Дифракция электромагнитных волн на сфере Отрицательное преломление Поверхностные электромагнитные волны</i>	Устный опрос
	владеть: современными оптическими методами моделирования и проведения эксперимента для изучения взаимодействия света с веществом	<i>Разделы 1-3 Дифракция электромагнитных волн на сфере Отрицательное преломление Поверхностные электромагнитные волны</i>	Устный опрос
<b>Промежуточная аттестация</b>			КИМ

### Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

#### Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

#### Экзамен

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Успешное выполнение индивидуальных заданий. Полный ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время экзамена. Ответы на дополнительные вопросы.	Повышенный базовый и пороговый уровни	отлично

<i>Преимущественное выполнение индивидуальных заданий. Полный ответ на контрольно – измерительный материал во время экзамена. Частичный ответ на дополнительные вопросы.</i>	<i>Хороший базовый и пороговый уровни</i>	<i>хорошо</i>
<i>Фрагментарное выполнение индивидуальных заданий. Неполные ответы на основные и дополнительные вопросы контрольно – измерительный материала во время экзамена.</i>	<i>Низкий уровень</i>	<i>удовлетворительно</i>
<i>Невыполнение индивидуальных заданий. Неумение давать ответы на вопросы контрольно – измерительных материалов.</i>	<i>-</i>	<i>неудовлетворительно</i>

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Перечень вопросов к экзамену:**

1. Экспериментальные предпосылки рассмотрения задачи о поглощении и рассеянии света наночастицами.
2. Природа оптических резонансов и размерных эффектов в металлических наночастицах.
3. Особенности задачи взаимодействия света с наночастицами. Сечения экстинкции, рассеяния и поглощения.
4. Сечения экстинкции, рассеяния и поглощения. Оптическая теорема.
5. Теория Ми. Постановка задачи о дифракции электромагнитных волн на сферических наночастицах. Уравнения Максвелла в сферической системе координат.
6. Спектральные свойства коллоидных частиц. Резонансы Ми.
7. Составляющие падающих полей в теории Ми. Дифрагированные поля и интенсивности в теории Ми.
8. Сходимость рядов в выражениях для сечений рассеяния и экстинкции в задаче Ми.
9. Концепция локализованных плазмонов и эффект размера в металлических наночастицах. Теория и эксперимент.
10. Условия для отрицательного поглощения.
11. Метаматериаллы и их применения.
12. Условия возбуждения поверхностны электромагнитных волн в оптическом диапазоне.
13. Способы возбуждения поверхностны электромагнитных волн в оптическом диапазоне.
14. Различные применения поверхностны электромагнитных волн.

**19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используется качественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.

Программа рекомендована \_\_\_\_\_ НМС физического факультета ВГУ

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 6 от 23.06.2022 г.