


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

21 . 06 . 2023г.

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 20.06.2023 г. протокол № 6
- 5. Учебный год:** 2026-2027 **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><u>знать:</u> современные оптические методы исследования вещества;</p> <p><u>уметь:</u> применять и обобщать, знания, полученные при изучении дисциплины, при теоретических и экспериментальных исследованиях оптических свойств кристаллов;</p> <p><u>владеть:</u> 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. | Климов В. В. Наноплазмоника / В.В. Климов. — М.: Физматлит, 2009. — 480 с. |
| 2. | Салех Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения = <i>Fundamentals of photonics</i> : учебное пособие] : [в 2 т.] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В.Л. Дербова. — Долгопрудный : Изд. Дом "Интеллект", 2012- . — Т. 2. — 2012. — 780 с. |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1. | Шифрин, К.С. Рассеяние света в мутной среде / К.С. Шифрин. — М.-Л. : Гос. изд-во тех.-теорет. лит., 1951. — 288 с. |
| 2. | Борн, М. 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., испр. — М. : Наука : Физматлит, 1973. — 719 с. |
| 3. | Борен, К.Ф. 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. | Петров, Ю.И. 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. | Петров, Ю.И. 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. | Помогайло, А.Д. Наночастицы металлов в полимерах / А. Д. Помогайло, А. С. Розенберг, И. Е. Уфлянд. — М. : Химия, 2000. — 671 с. |
| 8. | Брандт, Н.Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния / Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. — Изд. 2-е, испр. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 631 с. |
| 9. | Ю. Питер. Основы физики полупроводников / Питер Ю, Мануэль Кардона ; Пер. И.И. Решинной; Под ред. Б.П. Захарченя. — 3-е изд. — М. : Физматлит, 2002. — 560 с. |
| 10. | Нокс, Р. Теория экситонов / Р.Нокс ; Пер. с англ. Ю.В. Конобеева; под ред. В.М. Аграновича. — М. : Мир, 1966. — 219 с. |
| 11. | Слэтер, Дж. 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. | <u>Хюлст, Г. ван де.</u> Рассеяние света малыми частицами / Г. ван де Хюлст ; пер. с англ. Т.В. Водопьяновой; под ред. В.В. Соболева .— М. : Изд-во иностран. лит., 1961 .— 536 с. |
| 14. | <u>Давыдов, А.С.</u> Теория твердого тела : учебное пособие для студ. физ. спец. вузов / А.С. Давыдов .— М. : Наука, 1976 .— 639 с. |
| 15. | <u>Пайнс, Д.</u> Элементарные возбуждения в твердых телах / Д. Пайнс ; Пер. с англ. Ю.В. Гуляева; Под ред. В.Л. Бонч-Бруевича .— М. : Мир, 1965 .— 381 с. |
| 16. | <u>Платцман, Ф.</u> 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. |
| 17. | <u>Марч, Н.</u> Коллективные эффекты в твердых телах и жидкостях / Н. Марч, М. Паринелло ; Пер. с англ. В.Л. Бонч-Бруевича .— М. : Мир, 1986 .— 318 с. |
| 18. | Оптика : учебное пособие для физ. специальностей вузов / Г. С. Ландсберг .— Изд. 6-е, стер. — М. : Физматлит, 2006 .— 848 с. |
| 19. | Мандельштам Л.И. О распространении волн вдоль поверхности и направляющем действии проводников / Л.И. Мандельштам // Полное собрание тр. - М. : Наука, 1950. С. 366-396. |
| 20. | Поверхностные поляритоны. Электромагнитные волны на поверхностях и границах раздела сред / под ред. В.М. Аграновича, Д.Л. Миллса. - М. : Наука, 1985. - 525 с. |
| 21. | Ландау Л.Д. Электродинамика сплошных сред / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - М. : Наука, 1959. С. 361-365. |
| 22. | 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. |
| 23. | Королев Ф.А. Теоретическая оптика / Ф.А. Королёв. - М. : Высшая шк., 1966. – 555 с. |
| 24. | 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. |
| 25. | Агранович В.М. Кристаллооптика поверхностных поляритонов и свойства поверхности / В.М. Агранович // Успехи физ. наук. - 1975. - Т.115, вып.2 - С. 199-237. |
| 26. | Либенсон М.Н. Световая волна бежит вдоль поверхности / М.Н. Либенсон // Природа. – 1996. - № 9. – С.14-22. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

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

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. | 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. |

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 1M-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), Аквадистилятор ДЭ-4-09, Источники питания НУ3005, Источник питания НУ 3020, Компьютер Intel/Celeron 1,8ГГц, Лазерн. модуль/блок пит., поворотн. креплен., Мультиметр APPA 109N, Фотодетектор PDF10C/M, Фотозлектронный умножитель (ФЭУ) Natatsy, 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 |
| Промежуточная аттестация | | | 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 |
|--|--|----------------|
| <i>Успешное выполнение индивидуальных заданий. Полный ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время экзамена. Ответы на дополнительные вопросы.</i> | <i>Повышенный базовый и пороговый уровни</i> | <i>отлично</i> |

| | | |
|--|---|----------------------------|
| <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. Метаматериалы 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 20.06.2023 г.