

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

21.06.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ФТД.01 Проблемы современной нанофотоники

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

2. Профиль подготовки/специализация: Перспективные материалы и устройства фотоники

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: оптики и спектроскопии

6. Составители программы: Овчинников Олег Владимирович, д. ф.-м. н., профессор

7. Рекомендована: НМС физического факультета, протокол №6 от 20.06.2023

8. Учебный год: 2023-2024

Семестр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: получение представлений об особенностях взаимодействия оптического излучения и наноразмерных объектов, ближнеполевых эффектов, плекситонной связи.

Задачи учебной дисциплины:

- рассмотреть основные научные проблемы, решаемые в современной нанофотонике, а также их приложения;
- описать перспективы развития нанофотоники.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: часть, формируемая участниками образовательных отношений, блок ФТД (Факультативы).

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные спланируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен к анализу состояния научно-технической проблемы и постановке цели и задач проводимых научных исследований на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	ПК – 1.2.	Проводит научные исследования в области нанофотоники, используя специализированное исследовательское оборудование, приборы и установки	Знать: основные закономерности и механизмы взаимодействия оптического излучения с наноразмерными структурами; методы моделирования данных процессов; Уметь: анализировать спектры поглощения и рассеяния наночастиц; производить вычисления спектров отражения и пропускания наноструктур; Владеть: навыками теоретического исследования закономерностей формирования спектральных характеристик наноструктур.
ПК-3	Способен выбирать научно-исследовательское и технологическое оборудование с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания материалов и устройств нанофотоники	ПК – 3.2.	Решая различные профессиональные задачи, применяет знания физических принципов работы приборов квантовой электроники и фотоники, базовых технологических процессов создания наноматериалов и устройств нанофотоники.	Знать: подходы к решению профессиональных задач на основе информационных систем и технологий; Уметь: обрабатывать и анализировать результаты исследований; Владеть: навыками подбора оборудования и комплектующих, необходимых для проведения исследований в рамках профессиональной деятельности.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.— 2 ЗЕТ / 72 ч.

Форма промежуточной аттестации зачет.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ 2
Аудиторные занятия		ч.

в том числе:	лекции		
	практические		
	лабораторные		
Самостоятельная работа			
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации		<i>зачет</i>	
Итого:			

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1	Основы теории взаимодействия света с квантовыми точками. Формирование и распад экситонов	Формирование и распад экситонов в квантовых точках. Фемтосекундная динамика возбуждений. Модели распада экситона в квантовых точках.	
2	Основы теории взаимодействия света с плазмонными наночастицами. Эффекты ближнего поля.	Теория локализованного плазмона. Динамика плазмонных возбуждений. Ближнее поле. Эффекты в ближнем поле.	
3	Фотоника гибридных наноструктур: фотоперенос носителей, энергии возбуждения, эффекты плазмон-экситонного взаимодействия	Основы теории резонансного безызлучательного переноса энергии в гибридных ассоциатах. Эффекты Фано, расщепления Раби, Перселла в системах с плазмон-экситонным взаимодействием. Обзор данных о процессах фотопереноса носителей заряда в гибридных наноструктурах.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основы теории взаимодействия света с квантовыми точками. Формирование и распад экситонов	10	-	-	14	24
2	Основы теории взаимодействия света с плазмонными наночастицами. Эффекты ближнего поля.	6	-	-	14	20
3	Фотоника гибридных наноструктур: фотоперенос носителей, энергии возбуждения, эффекты плазмон-экситонного взаимодействия	14	-	-	14	28
	Итого:	30	-	-	42	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.

В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

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 видовисточников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Морозов В.Г. Физика низкоразмерных структур [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Морозов В.Г. — М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2019. — https://fks.mirea.ru/wp-content/uploads/items/ФНС/Физика-низкоразмерных-структур.pdf
2.	Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербурге : Лань, 2020. — 596 с. — ISBN 978-5-8114-5149-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/133479 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Климов, В. В. Наноплазмоника / В. В. Климов. – Москва : Физматлит, 2010. – 479 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69490 (дата обращения: 02.11.2021). – ISBN 978-5-9221-1205-5. – Текст : электронный.
4.	Навотный Л. Основы нанооптики /Л. Навотный.-М. :Физматлит, 2009. -482 с.
5.	Климов В.В.Наноплазмоника / В.В. Климов. –М. :Физматлит, 2009. –480с.
6.	Демиховский В.Я. Физика квантовых низкоразмерных структур /В.Я. Демиховский, Г.А. Вугальтер. - М. : Логос, 2000.- 250 с.
7.	Ландау Л.Д. Квантовая механика /Л.Д. Ландау,Е.М. Лифшиц.–М. :Физматлит, 2001. –803с.
8.	Физика низкоразмерных систем / А.Я. Шик, Л.Г. Бакуева, С.Ф. Мусихин, С.А. Рыков. -СПб. : Наука, 2001. -с.
9.	Борен К. Поглощение и рассеяние света малыми частицами /К. Борен, Д.Хафмен ;Пер.сангл. З.И.Фейзулина и др.;спредисл. В. И. Татарского. - М. :Мир, 1986.- 660с.
10.	Андо Т. Электронные свойства двумерных систем/Т.Андо,А. Фаулер,Ф. Стерн. -М. :Мир, 1985. -416 с.
11.	Пул Ч. Нанотехнологии/Ч.Пул, Ф. Оуэнс. - М. : Техносфера,2004.- 328с.
12.	Неверов В.Н.Физика низкоразмерных систем: Учебное пособие./ В.Н. Неверов, А.Н. Титов. - Екатеринбург :Уральский гос.ун-т, 2008.- 232 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
13.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" – http://biblioclub.ru/
14.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" – http://www.studmedlib.ru
15.	Электронно-библиотечная система "Лань" – https://e.lanbook.com/
16.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" – http://rucont.ru
17.	http://www.lib.vsu.ru – Зональная научная библиотека ВГУ

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

№ п/п	Источник
-------	----------

1.	Электронный курс "Фотоника наноматериалов" для дистанционного обучения https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4052
2.	Начала оптики наночастиц [Электронный ресурс] : учебное пособие / [О.В. Овчинников и др.] ; Воронеж. гос. ун-т. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2018. — Загл. с титула экрана. — Свободный доступ из интрасети ВГУ. — Текстовый файл. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-242.pdf >.
3.	Основы оптики и спектроскопии квантовых точек : учебно-методическое пособие для вузов : [для проведения специального физ. практикума студ. 1 к. магистратуры, обуч. по программам "Физика опт. явлений" и "Оптика наноструктурированных материалов" на каф. оптики и спектроскопии физ. фак. Воронеж. гос. ун-та для направления 010700 - Физика] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост. : О.В. Овчинников и др.] .— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. — 80 с. : ил. — Библиогр.: с.78-80. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-155.pdf >.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория: проектор BenQ MS 612ST, Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ.

Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитория для самостоятельной работы: 15 комп. III поколения, объединенных в сеть с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ.

Перечень необходимого программного обеспечения: WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdms. Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ». Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product. Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks Total Academic Headcount–25.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Основы теории взаимодействия света с квантовыми точками. Формирование и распад экситонов	ПК-1 ПК-3	ПК-1.2 ПК-3.2	Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
2	Основы теории взаимодействия света с плазмонными наночастицами. Эффекты ближнего поля.	ПК-1 ПК-3	ПК-1.2 ПК-3.2	Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос
3	Фотоника гибридных наноструктур: фотоперенос носителей, энергии возбуждения, эффекты плазмон-экситонного взаимодействия	ПК-1 ПК-3	ПК-1.2 ПК-3.2	Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Комплект КИМ

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания и критерии их оценивания

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 (индивидуальный опрос). Критерии оценивания приведены ниже. 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 используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

Для оценивания результатов обучения на зачете учитываются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами;
- 2) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными современных научных исследований;
- 3) умение применять основные законы и анализировать результаты наблюдений и экспериментов

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью проверки посещаемости лекционных занятий и проверки преподавателем конспектов по пройденному материалу.

20.2 Промежуточная аттестация

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Зачет

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лекционных занятий. 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>

<p>Посещение большинства лекционных занятий. Неполный ответ на контрольно – измерительный материал во время экзамена. Частичный ответ на дополнительные вопросы.</p>	<p>Хороший базовый и пороговый уровни</p>	<p>хорошо</p>
<p>Неполное посещение лекционных занятий. Отсутствие или неполный ответ на основные и дополнительные вопросы.</p>	<p>Низкий уровень</p>	<p>удовлетворительно</p>
<p>Систематический пропуск лекционных занятий без уважительной причины. Неумение давать ответы на вопросы контрольно – измерительных материалов.</p>	<p>-</p>	<p>неудовлетворительно</p>

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующего перечня вопросов:

1. Формирование и распад экситонов в квантовых точках.
2. Фемтосекундная динамика возбуждений.
3. Модели распада экситона в квантовых точках.
4. Теория локализованного плазмона.
5. Динамика плазмонных возбуждений.
6. Ближнее поле.
7. Эффекты в ближнем поле.
8. Основы теории резонансного безызлучательного переноса энергии в гибридных ассоциатах.
9. Эффекты Фано.
10. Расщепления Раби и Перселла в системах с плазмон-экситонным взаимодействием.