

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
оптики и спектроскопии



Овчинников О.В.

*подпись*

14.06.2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФТД.01 Проблемы современной нанофотоники**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика
- 2. Профиль подготовки:** Перспективные материалы и устройства фотоники
- 3. Квалификация выпускника:** магистр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра оптики и спектроскопии
- 6. Составители программы:** Овчинников Олег Владимирович, д. ф.–м. н., профессор
- 7. Рекомендована:** НМС физического факультета, протокол №6 от 13.06.2024

**8. Учебный год:** 2024/2025

**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, плазмонной 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:** учебная дисциплина ФТД.01 «Проблемы современной нанофотоники» относится к части ФТД. Факультативные дисциплины.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми 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	<b>Знать:</b> основные закономерности и механизмы взаимодействия оптического излучения с наноразмерными структурами; методы моделирования данных процессов; <b>Уметь:</b> анализировать спектры поглощения и рассеяния наночастиц; производить вычисления спектров отражения и пропускания наноструктур; <b>Владеть:</b> 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.	<b>Знать:</b> подходы к решению профессиональных задач на основе информационных систем и технологий; <b>Уметь:</b> обрабатывать и анализировать результаты исследований; <b>Владеть:</b> 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
		ч.	
Аудиторные занятия		30	30
в том числе:	лекции	30	30
	практические	-	-
	лабораторные	-	-
Самостоятельная работа		42	42
в том числе: курсовая работа (проект)		-	-
Форма промежуточной аттестации		зачет	
Итого:		72	72

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
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. Сенсоры построенные на динамике одиночных нанообъектов.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4052">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4052</a>
2	Основы теории взаимодействия света с плазмонными наночастицами. Эффекты ближнего поля.	Теория локализованного плазмона. Динамика плазмонных возбуждений. Ближнее поле. Эффекты в ближнем поле. Применение в термодинамической терапии.	
3	Фотоника гибридных наноструктур: фотоперенос носителей, энергии возбуждения, эффекты плазмон-экситонного взаимодействия	Основы теории резонансного безызлучательного переноса энергии в гибридных наноразмерных ассоциатах типа: квантовая точка-плазмонная наночастица, квантовая точка-краситель и т.п. Эффекты Фано, расщепления Раби, Перселла в системах с плазмон-экситонным взаимодействием. Обзор данных о процессах фотопереноса носителей заряда в гибридных наноструктурах, ультрабыстрый фотоперенос заряда. Фотоприемные устройства на основе этого процесса.	

#### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практ.	Лаб.	Сам. работа	
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:

1. **Лекции.** В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций
2. **Самостоятельная работа студента.** Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
3. **Подготовка к аттестации.** В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения практических работ, 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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	<i>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: <a href="https://e.lanbook.com/book/133479">https://e.lanbook.com/book/133479</a>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.</i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	<i>Климов, В. В. Наноплазмоника / В. В. Климов. — Москва : Физматлит, 2010. — 479 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=69490">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=69490</a> (дата обращения: 02.11.2021). — ISBN 978-5-9221-1205-5. — Текст : электронный.</i>
4.	<i>Навотный Л. Основы нанооптики /Л. Навотный.-М. :Физматлит, 2009. -482 с.</i>
5.	<i>Климов В.В.Наноплазмоника / В.В. Климов. —М. :Физматлит, 2009. —480с.</i>
6.	<i>A.A.Rempel, O.V.Ovchinnikov, I.A.Weinstein, S.V.Rempel, Yu.V.Kuznetsova, A.V.Naumov et al. Russ. Chem. Rev., 2024, 93 (4) RCR5114 [Успехи химии, 2024, 93 (4) RCR5114]</i>
7.	<i>V.P.Ponomarenko, V.S.Popov, I.A.Shuklov, V.V.Ivanov, V.F.Razumov Russ. Chem. Rev., 2024, 93 (4) RCR5113 [Успехи химии, 2024, 93 (4) RCR5113]</i>
	<i>Морозов В.Г. Физика низкоразмерных структур [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Морозов В.Г. — М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2019.</i>

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

№ п/п	Ресурс
8.	ЭБС «Университетская библиотека Online» – <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>
9.	Зональная научная библиотека ВГУ – <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a>
10	ЭБС Лань – <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

#### 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	<i>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 интранета ВГУ. — Текстовый файл. — &lt;URL:<a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-242.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-242.pdf</a>&gt;.</i>
2.	<i>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.</i>

фак. Воронеж. гос. ун-та для направления 010700 - Физика] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост. : О.В. Овчинникови 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 традиционные и дистанционные 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., 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) электронная почта.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Специализированная мебель, проектор, ноутбук, экран. WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ», MathWorks TotalAcademicHeadcount, ANSYSHF AcademicResearch

## 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	Вопросы
2	Основы теории взаимодействия света с плазмонными наночастицами. Эффекты ближнего поля.	ПК-1 ПК-3	ПК-1.2 ПК-3.2	Вопросы
3	Фотоника гибридных наноструктур: фотоперенос носителей, энергии возбуждения, эффекты плазмон-экситонного взаимодействия	ПК-1 ПК-3	ПК-1.2 ПК-3.2	Вопросы
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				<b>Вопросы</b>

## 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.

### 20.1 Текущая аттестация:

Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос). Студент получает один вопрос из списка, время подготовки 20 минут, время ответа не более 10 мин.

Перечень вопросов для аттестации:

1. Формирование и распад экситонов в квантовых точках.

2. Метод фемтосекундной спектроскопии наведенного поглощения.
3. Сенсоры на квантовых точках.
4. Плазменная наночастица – механизм лазерного нагрева.
5. Модели распада экситона в квантовых точках.
6. Теория локализованного плазмона.

**Критерии и шкалы оценивания:**

«зачтено»

– обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, отвечает на дополнительные вопросы.

– обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

«не зачтено»

– обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

## 20.2 Промежуточная аттестация

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – зачет. Оценки вносятся в аттестационную ведомость по результатам работы обучающихся в течение семестра на заключительном занятии.

Промежуточная аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос). Студент получает один вопрос из списка, время подготовки 20 минут, время ответа не более 10 мин.

Перечень вопросов для аттестации

1. Формирование и распад экситонов в квантовых точках.
2. Метод фемтосекундной спектроскопии наведенного поглощения.
3. Сенсоры на квантовых точках.
4. Плазменная наночастица – механизм лазерного нагрева.
5. Модели распада экситона в квантовых точках.
6. Теория локализованного плазмона.
7. Динамика плазмонных возбуждений.
8. Ближнее поле.
9. Эффекты в ближнем поле.
10. Основы теории резонансного безызлучательного переноса энергии в гибридных ассоциатах.
11. Эффекты Фано.
12. Расщепления Раби и Перселла в системах с плазмон-экситонным взаимодействием.
13. Ультрабыстрый перенос заряда.
14. Фотоприемники на основе эффекта ультрабыстрого переноса заряда. заключительном занятии.

**Критерии и шкалы оценивания:**

«зачтено»

– обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, отвечает на дополнительные вопросы.

– обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

«не зачтено»

– обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований.