



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

(подпись)

Саранин А.А.

(Ф.И.О. рук. ОП)

« 19 » сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
Физики низкоразмерных структур
(название кафедры)

(подпись)

Саранин А.А.

(Ф.И.О. зав.каф.)

« 19 » сентября 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Нанооптика

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
магистерская программа "Нанотехнологии в электронике"

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3

лекции ____ час.

практические занятия 34 час.

лабораторные работы 34 час.

в том числе с использованием МАО лек. ____ /пр. ____ /лаб. ____ час.

в том числе в электронной форме лек. ____ /пр. ____ /лаб. ____ час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО ____ час.

в том числе контролируемая самостоятельная работа ____ час.

в том числе в электронной форме ____ час.

самостоятельная работа 76 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

курсовая работа / курсовой проект _____ семестр

зачет

экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 13.06.2017 № 12-13-1206.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур, протокол № 1 от « 19 » сентября 2018 г.

Заведующий (ая) кафедрой Саранин А.А.

Составитель (ли): д.ф.-м.н. Каменев О.Т.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 201 г. № _____

Заведующий (ая) кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 201 г. № _____

Заведующий (ая) кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Study program in 11.04.04 Electronics and nanoelectronics

Course title: Fiber optics

Basic part of Block, 3 credits

Instructor: O.T. Kamenev, doctor of physical and mathematical sciences, Professor of the General and experimental physics department, School of Natural Sciences of Far Eastern Federal University.

At the beginning of the course a student should be able to:

GPC-1, the ability to understand general problems in the subject of investigation and choose methods and facilities of solving the problems.

Learning outcomes:

SPC-6 Ability to plan and conduct experiments on modeling and practical determination of structure and properties of materials promising for electronics and nanoelectronics

Course description:

The purpose of the discipline - formation of clear ideas about the basic concepts of nanooptics and its laws. Principles of nanooptics devices are discussed in detail. Teacher gives students a task for the upcoming laboratory work. Hence, to be prepared for the work students have to study the recommended literature.

Main course literature:

1. Klimov V.V. Nanoplasmonics. - Fizmatlit, 2009. - 480 p. Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/25007>

2. Dubnishchev, Yu.N. Oscillations and waves [Electronic resource]: a tutorial. - Electron. Dan. - SPb. : Lan, 2011. - 384 p. - Access Mode: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=683

3. Landsberg, G.S. Optics [Electronic resource]: a tutorial. - Electron. Dan. - M.: Fizmatlit, 2010. - 849 p. - Access mode: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2238

4. Romanenko, S.A. The use of modern means of mathematical analysis in flotation [Electronic resource]: / S.A. Romanenko, A.S. Olennikov. - Electron. Dan. - M.: Mining Book, 2013. - 18 p. - Access mode: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49805.

5. Galushkin, A.I. Neural networks. Fundamentals of the theory [Electronic resource]:. - Electron. Dan. - M.: Hotline - Telecom, 2010. - 496s. - Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/12005>

Form of final knowledge control: pass.

АННОТАЦИЯ

Рабочая программа «Нанооптика» разработана для студентов 1 курса магистратуры направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с требованиями ОС ВО по данной специальности.

Дисциплина «Нанооптика» входит в дисциплины по выбору вариативной части модуля Б1 с кодом Б1.В.ДВ.07.02

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 час. Учебным планом предусмотрены лабораторные работы (34 час), практические занятия (34 час.) и КСР (36 час.), самостоятельная работа студента (76 час.), в том числе на подготовку к экзамену 36 час. Дисциплина реализуется на 2 курсе, в 3 семестре.

Цель дисциплины: формирование ясных представлений об основных понятиях нанооптики, её законах. Изучение особенностей функционирования устройств нанооптики.

Задачи дисциплины:

1. Формирование у студентов знаний об основных понятиях нанооптики.
2. Формирование у студентов знаний о физических процессах, явлениях и закономерностях нанооптики.
3. Формирование у студентов навыков применения теоретических и экспериментальных методов нанооптики.

Для успешного изучения дисциплины «Информационная оптика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОПК-1. Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции.

ПК-6 Способность планировать и проводить эксперименты по моделированию и практическому определению структуры и свойств материалов, перспективных для электроники и наноэлектроники.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-6 способность планировать и проводить эксперименты по моделированию и практическому определению структуры и свойств материалов, перспективных для электроники и наноэлектроники	Знает (базовый уровень)	теоретические и экспериментальные методы нанооптики
	Умеет (продвинутый уровень)	обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы нанооптики для решения сформулированных задач.
	Владеет (высокий уровень)	навыками применения теоретических и экспериментальных методов нанооптики для решения сформулированных задач

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия не предусмотрены

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (34 час.)

Занятие 1. Электродинамика металлов (4 час).

Уравнения Максвелла и распространение электромагнитных волн. Оптические свойства реальных металлов. Теория Друде-Зиммерфельда. Межзонные переходы. Дисперсия в газе свободных электронов. Объемные плазмоны. Поверхностные плазмоны. Методы возбуждения поверхностных плазмонов.

Занятие 2. Сферические наноантенны (6 час).

Дипольная антенна и наноантенна. Ближнее и дальнее поля. Квазистатическое приближение для нанообъектов. Наносфера в электромагнитном поле. Локальный плазмонный резонанс для наносферы. Отражение сферической наноантенны в прилегающем объекте. Теория Ми. Влияние подложки на плазмонные свойства сферической наноантенны. Плазмонный резонанс для нанообъектов с высоким аспектным отношением. Димерные наноантенны. Наноантенны «галстук-бабочка». Наноантенны

сложной формы. Резонансы Фано. Применения наноантенн.

Занятие 3. Современные методы изготовления плазмонных и нанофотонных структур (6 час).

Передовые методы нанохимии. Газофазовый синтез наноструктур. Электронная и ионно-лучевая литография. Атомные пучки. Лазерная многолучевая литография. Прямой лазерный перенос вещества. Импульсная нанолитография. Зондовая и «дип-пэн» нанолитография. Софт-литография.

Занятие 4. Эванесцентные поля и микроскопия сверхразрешения (6 час).

Фокусировка световых полей. Функция рассеяния точки. Предел разрешения оптического микроскопа. Увеличение разрешения посредством селективного возбуждения и насыщения. Принципы конфокальной микроскопии. Передовые методы увеличения разрешения в конфокальной микроскопии и экспериментальный предел разрешения. Преодоление предела разрешения за счет эванесцентных полей. Передача информации из ближней зоны в дальнюю.

Занятие 5. Ближнепольная оптическая микроскопия (6 часа).

Дифракция на сверхмалом отверстии. Принципы оптической микроскопии ближнего поля. Апертурные и безапертурные зонды для оптической микроскопии ближнего поля. Контроль расстояния между зондом и поверхностью объекта. Регистрация ближнепольного сигнала. Предел разрешения оптического микроскопа ближнего поля. Методы увеличения разрешения и направленности. Зонды-наноантенны, поддерживающие локальные плазмонные резонансы. Применение оптических микроскопов ближнего поля.

Занятие 6. Квантовые излучатели (6 часа).

Флуоресцентные молекулы. Возбуждение и релаксация флуоресцентных молекул. Полупроводниковые квантовые точки. Пассивация поверхности, возбуждение и когерентный контроль экситонов. Сечение поглощения. Однофотонное излучение трехуровневой системы. Стационарный и нестационарный случаи. Отдельные молекулы как зонды для локализованных полей. Поверхностно-усиленная фотолюминесценция (ФЛ) и поверхностно-усиленное комбинационное рассеяние (КР). Механизмы усиления ФЛ и КР. Применение эффектов ФЛ и КР. Фактор Парселла.

Лабораторные работы (34 час.)

Лабораторная работа № 1. Электродинамика металлов (4 час).

Уравнения Максвелла и распространение электромагнитных волн

Оптические свойства реальных металлов. Теория Друде-Зиммерфельда. Межзонные переходы. Дисперсия в газе свободных электронов. Объемные плазмоны. Поверхностные плазмоны. Методы возбуждения поверхностных плазмонов.

Лабораторная работа № 2. Сферические наноантенны (6 час).

Дипольная антенна и наноантенна. Ближнее и дальнее поля. Квазистатическое приближение для нанообъектов. Наносфера в электромагнитном поле. Локальный плазмонный резонанс для наносферы. Отражение сферической наноантенны в прилегающем объекте. Теория Ми. Влияние подложки на плазмонные свойства сферической наноантенны. Плазмонный резонанс для нанообъектов с высоким аспектным отношением. Димерные наноантенны. Наноантенны «галстук-бабочка». Наноантенны сложной формы. Резонансы Фано. Применения наноантенн.

Лабораторная работа № 3. Современные методы изготовления плазмонных и нанопотонных структур (6 час).

Передовые методы нанохимии. Газофазовый синтез наноструктур. Электронная и ионно-лучевая литография. Атомные пучки. Лазерная многолучевая литография. Прямой лазерный перенос вещества. Импульсная нанолитография. Зондовая и «дип-пэн» нанолитография. Софт-литография.

Лабораторная работа № 4. Эванесцентные поля и микроскопия сверхразрешения (6 час).

Фокусировка световых полей. Функция рассеяния точки. Предел разрешения оптического микроскопа. Увеличение разрешения посредством селективного возбуждения и насыщения. Принципы конфокальной микроскопии. Передовые методы увеличения разрешения в конфокальной микроскопии и экспериментальный предел разрешения. Преодоление предела разрешения за счет эванесцентных полей. Передача информации из ближней зоны в дальнюю.

Лабораторная работа № 5. Ближнепольная оптическая микроскопия (6 часа).

Дифракция на сверхмалом отверстии. Принципы оптической микроскопии ближнего поля. Апертурные и безапертурные зонды для оптической микроскопии ближнего поля. Контроль расстояния между зондом и поверхностью объекта. Регистрация ближнепольного сигнала. Предел разрешения оптического микроскопа ближнего поля. Методы увеличения разрешения и направленности. Зонды-наноантенны, поддерживающие локальные плазмонные резонансы. Применение оптических микроскопов ближнего поля.

Лабораторная работа № 6. Квантовые излучатели (6 часа).

Флуоресцентные молекулы. Возбуждение и релаксация флуоресцентных молекул. Полупроводниковые квантовые точки. Пассивация поверхности, возбуждение и когерентный контроль экситонов. Сечение поглощения. Однофотонное излучение трехуровневой системы. Стационарный и нестационарный случаи. Отдельные молекулы как зонды для локализованных полей. Поверхностно-усиленная фотолюминесценция (ФЛ) и поверхностно-усиленное комбинационное рассеяние (КР). Механизмы усиления ФЛ и КР. Применение эффектов ФЛ и КР. Фактор Парселла.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Нанооптика» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

На самостоятельную работу студентов по курсу «Нанооптика» отводится 72 час. для подготовки к лабораторным работам и экзамену.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Электродинамика металлов	ПК-6	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1 – 3 Собеседование (УО-1)
			умеет,	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

2	Сферические наноантенны	ПК-6	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 4 - 7 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
3	Современные методы изготовления плазмонных и нанофотонных структур	ПК-6	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 8 - 9 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
4	Эванесцентные поля и микроскопия сверхразрешения	ПК-6	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 10 - 12 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
5	Ближнеполюсная оптическая микроскопия	ПК-6	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 13 - 16 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
6	Квантовые излучатели	ПК-6	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 17 - 20 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

Контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература (электронные и печатные издания)

1. Климов В.В. Наноплазмоника . – Физматлит, 2009. – 480 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25007>
2. Дубнищев, Ю.Н. Колебания и волны [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2011. – 384 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=683
3. Ландсберг, Г.С. Оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2010. – 849 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2238
4. Романенко, С.А. Применение современных средств математического анализа во флотации [Электронный ресурс] : / С.А. Романенко, А.С. Оленников. – Электрон. дан. – М. : Горная книга, 2013. – 18 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49805.
5. Галушкин, А.И. Нейронные сети. Основы теории [Электронный ресурс] : . – Электрон. дан. – М. : Горячая Линия – Телеком, 2010. – 496с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12005>.

Дополнительная литература

(электронные и печатные издания)

1. Адаптивные методы обработки спекл-модулированных оптических полей [Электронный ресурс]/ Ю.Н. Кульчин [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 285 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17168> – ЭБС «IPRbooks».
2. Абрамочкин, Е.Г. Современная оптика гауссовых пучков [Электронный ресурс] : / Е.Г. Абрамочкин, В.Г. Волостников. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2010. – 182 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48281.
3. Стафеев, С.К. Основы оптики [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.К. Стафеев, К.К. Боярский, Г.Л. Башнина. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2013. – 329 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32822.

4. Дубнищев, Ю.Н. Колебания и волны [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2011. – 384 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=683

5. Ищенко, Е.Ф. Поляризация оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Ф. Ищенко, А.Л. Соколов. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2012. – 452 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5270

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Возианова А.В., Ходзицкий М.К. Нанофотоника. Часть 1: Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО, 2013. - 94 с.

<http://window.edu.ru/resource/477/80477>

2. Мартынова Г.П. Оптика: Конспект лекций. – Самара: Изд-во "Самарский университет", 2005. – 155 с.

<http://window.edu.ru/resource/933/74933>

3. Молотков Н.Я., Ломакина О.В., Егоров А.А. Оптика и квазиоптика СВЧ: Учебное пособие. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2009. – 380с.

<http://window.edu.ru/resource/345/68345>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными видами аудиторной работы студентов по дисциплине «Нанооптика» являются лабораторные работы (36 час.).

Весь курс разбит на 6 тем. Формами текущего контроля являются собеседование и контрольная работа. Формой промежуточного контроля является экзамен.

Для базового изучения курса необходимо посещать лабораторные работы, работать с основной литературой по дисциплине.

Для углубленного изучения теоретического материала курса дисциплины помимо вышеперечисленных рекомендаций необходимо использовать дополнительную литературу, указанную в приведенном выше перечне.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по практике, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
<p>Учебно-научная лаборатория оптоэлектроники Кафедры общей и экспериментальной физики. корпус L, ауд L440</p>	<p>Оптический стол, стойки для приборов – 3 шт., лабораторные столы – 6 шт. Комплект прецизионных оптико-механических преобразователей оптических лучей Thorlabs Система фокусировки оптических лучей Thorlabs Абсорбционная система спектральной фильтрации оптического излучения Автоматизированная лаб. установка для исследования оптических свойств материалов электронной техники Количество посадочных рабочих мест для студентов – 12.</p>
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Нанооптика»

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Форма подготовки очная

**Владивосток
2017**

1. План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
2.	В течение семестра	Подготовка к лабораторным работам	40 час.	Собеседование (УО-1). Контрольная работа (ПР-2)
3.	В течение семестра	Подготовка к экзамену	36 час.	Экзамен

2. Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа студентов включает в себя: подготовка к лабораторным работам, подготовка к экзамену.

Подготовка к лабораторным работам осуществляется студентом перед соответствующей лабораторной работой по материалам, выданным преподавателей на предыдущем занятии с использованием основной и дополнительной литературы.

Подготовку к экзамену рекомендуется осуществлять в течение семестра непосредственно после окончания изучения очередной темы по вопросам, представленным в приложении 2.

3. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Контроль подготовки к лабораторным работам осуществляется преподавателем в форме собеседования и контрольных работ.

Контрольные работы завершают изучение разделов. Количество работ – 6. Вопросы контрольных работ представлены в приложении 2.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Нанооптика»
Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
Форма подготовки очная

Владивосток
2017

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-6 способность планировать и проводить эксперименты по моделированию и практическому определению структуры и свойств материалов, перспективных для электроники и наноэлектроники	Знает (базовый уровень)	теоретические и экспериментальные методы нанооптики
	Умеет (продвинутый уровень)	обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы нанооптики для решения сформулированных задач.
	Владеет (высокий уровень)	навыками применения теоретических и экспериментальных методов нанооптики для решения сформулированных задач

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Электродинамика металлов	ПК-6	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1 – 3 Собеседование (УО-1)
			умеет,	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Сферические наноантенны	ПК-6	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 4 - 7 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
3	Современные методы изготовления плазмонных и нанофотонных структур	ПК-6	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 8 - 9 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
4	Эванесцентные поля и микроскопия сверхразрешения	ПК-6	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 10 - 12 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

5	Ближнеполюсная оптическая микроскопия	ПК-6	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 13 - 16 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
6	Квантовые излучатели	ПК-6	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 17 - 20 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-6 способность планировать и проводить эксперименты по моделированию и практическому определению структуры и свойств материалов, перспективных для электроники и наноэлектроники	Знает (базовый уровень)	теоретические и экспериментальные методы нанооптики	Знание теоретических и экспериментальных методов нанооптики	Умеет раскрыть теоретические и экспериментальные методы нанооптики
	Умеет (продвинутый уровень)	обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы нанооптики для решения сформулированных задач.	Умение обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы нанооптики для решения сформулированных задач.	Умеет обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы нанооптики для решения сформулированных задач.
	Владеет (высокий уровень)	навыками применения теоретических и экспериментальных методов нанооптики для решения сформулированных задач	Умение применять теоретические и экспериментальные методы нанооптики для решения сформулированных задач	Умеет применять теоретические и экспериментальные методы нанооптики для решения сформулированных задач

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания

результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов.

Контроль текущей успеваемости студентов реализуется в формах собеседований и контрольных работ, анализа добросовестности и самостоятельности студента при подготовке реферата, посещаемости занятий.

Оценка ответа на собеседовании осуществляется по следующим критериям:

Отлично - самостоятельность ответов, свободное владение материалом, полные и аргументированные ответы на вопросы, твёрдое знание лекционного материала, обязательной и рекомендованной дополнительной литературы.

Хорошо - недостаточно полное раскрытие некоторых вопросов темы, незначительные ошибки в формулировке категорий и понятий, неполное знание дополнительной литературы.

Удовлетворительно - ответы отражают в целом понимание темы, знание содержания основных категорий и понятий, знакомство с лекционным материалом и рекомендованной основной литературой.

Неудовлетворительно – недостаточное понимание или непонимание темы, незнание содержания основных категорий и понятий, незнание лекционного материала и рекомендованной основной литературы.

Оценка контрольных работ осуществляется по следующим критериям:

Отлично - полные и правильные ответы на все поставленные теоретические вопросы, успешное решение задач с необходимыми пояснениями, корректная формулировка понятий и категорий.

Хорошо - недостаточно полные и правильные ответы на 1-2 вопроса, несущественные ошибки в формулировке категорий и понятий, небольшие шероховатости в аргументации.

Удовлетворительно - ответы включают материалы, в целом правильно отражающие понимание студентом выносимых на контрольную работу тем курса. Допускаются неточности в раскрытии части категорий, несущественные ошибки математического плана при решении задач, неправильные ответы на 1-2 вопроса.

Неудовлетворительно - неправильные ответы на 3 и более вопросов, большое количество существенных ошибок.

Промежуточная аттестация студентов

Промежуточная аттестация производится в форме экзамена. Студенты, имеющие итоговую оценку «отлично» по результатам текущей аттестации, автоматически получают оценку «зачтено» по промежуточной аттестации и освобождаются от сдачи экзамена.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену Собеседование (УО-1)

1. Уравнения Максвелла и распространение электромагнитных волн
Оптические свойства реальных металлов.
2. Теория Друде-Зиммерфельда. Межзонные переходы. Дисперсия в газе свободных электронов.
3. Поверхностные плазмоны. Методы возбуждения поверхностных плазмонов.
4. Дипольная антенна и наноантенна. Ближнее и дальнее поля. Квазистатическое приближение для нанообъектов. Наносфера в электромагнитном поле. Локальный плазмонный резонанс для наносферы. Отражение сферической наноантенны в прилегающем объекте.
5. Теория Ми. Резонансы высоких порядков.
6. Плазмонный резонанс для нанообъектов с высоким аспектным отношением. Димерные наноантенны. Наноантенны «галстук-бабочка».
7. Наноантенны сложной формы. Резонансы Фано.

8. Химические методы изготовления наноструктур.
9. Лазерные методы изготовления наноструктур.
10. Фокусировка световых полей. Функция рассеяния точки. Предел разрешения оптического микроскопа.
11. Принципы конфокальной микроскопии. Передовые методы увеличения разрешения в конфокальной микроскопии и экспериментальный предел разрешения.
12. Преодоление предела разрешения за счет эванесцентных полей. Передача информации из ближней зоны в дальнюю.
13. Дифракция на сверхмалом отверстии. Теория Бете. Угловая расходимость.
14. Принципы оптической микроскопии ближнего поля.
15. Апертурные и безапертурные зонды для оптической микроскопии ближнего поля. Контроль расстояния между зондом и поверхностью объекта.
16. Предел разрешения оптического микроскопа ближнего поля. Методы увеличения разрешения и направленности. Зонды-наноантенны, поддерживающие локальные плазмонные резонансы. Применение оптических микроскопов ближнего поля.
17. Флуоресцентные молекулы. Возбуждение и релаксация флуоресцентных молекул.
18. Полупроводниковые квантовые точки. Пассивация поверхности, возбуждение и когерентный контроль экситонов. Сечение поглощения. Однофотонное излучение трехуровневой системы.
19. Отдельные молекулы как зонды для локализованных полей. Поверхностно-усиленная фотолюминесценция (ФЛ) и поверхностно-усиленное комбинационное рассеяние (КР).
20. Механизмы усиления ФЛ и КР. Применение эффектов ФЛ и КР. Фактор Парселла.

Оценочные средства для текущей аттестации

Вопросы для контрольных работ

Контрольная работа № 1

Электродинамика металлов

1. Уравнения Максвелла и распространение электромагнитных волн
Оптические свойства реальных металлов.
2. Теория Друде-Зиммерфельда. Межзонные переходы. Дисперсия в газе свободных электронов.
3. Поверхностные плазмоны. Методы возбуждения поверхностных плазмонов.

Контрольная работа № 2

Сферические наноантенны

1. Дипольная антенна и наноантенна. Ближнее и дальнее поля. Квазистатическое приближение для нанообъектов. Наносфера в электромагнитном поле. Локальный плазмонный резонанс для наносферы. Отражение сферической наноантенны в прилегающем объекте.
2. Теория Ми. Резонансы высоких порядков.
3. Плазмонный резонанс для нанообъектов с высоким аспектным отношением. Димерные наноантенны. Наноантенны «галстук-бабочка».
4. Наноантенны сложной формы. Резонансы Фано.

Контрольная работа № 3

Современные методы изготовления плазмонных и нанопотонных структур

1. Химические методы изготовления наноструктур.
2. Лазерные методы изготовления наноструктур.

Контрольная работа № 4

Эванесцентные поля и микроскопия сверхразрешения

1. Фокусировка световых полей. Функция рассеяния точки. Предел разрешения оптического микроскопа.
2. Принципы конфокальной микроскопии. Передовые методы увеличения разрешения в конфокальной микроскопии и экспериментальный предел разрешения.
3. Преодоление предела разрешения за счет эванесцентных полей. Передача информации из ближней зоны в дальнюю.

Контрольная работа № 5

Ближнепольная оптическая микроскопия

1. Дифракция на сверхмалом отверстии. Теория Бете. Угловая расходимость.
2. Принципы оптической микроскопии ближнего поля.
3. Апертурные и безапертурные зонды для оптической микроскопии ближнего поля. Контроль расстояния между зондом и поверхностью объекта.
4. Предел разрешения оптического микроскопа ближнего поля. Методы увеличения разрешения и направленности. Зонды-наноантенны, поддерживающие локальные плазмонные резонансы. Применение оптических микроскопов ближнего поля.

Контрольная работа № 6

Квантовые излучатели

1. Флуоресцентные молекулы. Возбуждение и релаксация флуоресцентных молекул.
2. Полупроводниковые квантовые точки. Пассивация поверхности, возбуждение и когерентный контроль экситонов. Сечение поглощения. Однофотонное излучение трехуровневой системы.
3. Отдельные молекулы как зонды для локализованных полей.

Поверхностно-усиленная фотолюминесценция (ФЛ) и поверхностно-усиленное комбинационное рассеяние (КР).

4. Механизмы усиления ФЛ и КР. Применение эффектов ФЛ и КР. Фактор Парселла.