

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.07 Нанопотоника

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

16.04.01 Техническая физика

Направленность (профиль)

16.04.01.02 Оптическая физика и квантовая электроника

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

д-р физ.-мат. наук, профессор, Виталий Васильевич Слабко

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Нанофотоника - наука об оптических характеристиках материалов, построенных из частиц наноразмерных масштабов, а так же методах формирования и управления характеристиками таких материалов с помощью когерентного оптического излучения. Поэтому когерентная оптика является важной составляющей курса нанофотоники. Очевидно, что этот курс представляет собой одну из важных дисциплин специализации при подготовке магистров по направлению 16.04.01 «Техническая физика» магистерской программы 16.04.01.02 «Оптическая физика и квантовая электроника». Она может стать основой для будущих технологий, поскольку позволят создавать и управлять, с помощью оптического излучения, системами из элементов, более миниатюрных, чем используемые сегодня.

Курс посвящен изучению физических основ нанофотоники, ее теоретических и экспериментальных методов, получивших наибольшее признание, а также тенденций развития. Основной целью преподавания дисциплины является профессиональное освоение методов нанофотоники и их применение при разработке устройств, а так же ознакомление магистрантов с перспективами развития этой области знаний.

В нанофотонике можно выделить два направления исследований, которым посвящен основной материал курса.

Первое связано с изучением процессов, инициированных в веществе при возбуждении пучком света, сфокусированным до нанометровых размеров. При этом сам объект исследования может иметь достаточно протяженные размеры (больше, чем длина волны возбуждающего света). Необходимость уменьшения размера площади, на которой фокусируется свет, требует специальной техники. Поэтому эти исследования связаны, в основном, с применением микроскопии ближнего поля.

Второе направление связано с исследованиями оптических свойств (линейных и нелинейных) термодинамически устойчивых наноразмерных частиц и изучением механизмов воздействия на них когерентного оптического излучения. В этих исследованиях размер возбуждающего светового пятна может быть любым, но объект исследований либо состоит из наноразмерных частиц, либо имеет нанометровые размеры хотя бы в одном измерении. В курсе рассматриваются процессы как управляемой оптическим излучением сборки нанообъектов, так и управление их характеристиками.

Кроме того, в курсе рассматриваются проблемы создания искусственных сред (метаматериалов) с отрицательным показателем преломления на основе нанокомпозитов и процессов нелинейно-оптического взаимодействия волн в таких средах.

Освоение материала, изложенного в курсе «Нанофотоника и когерентная оптика», способствует формированию научного кругозора магистранта и является важной составляющей подготовки выпускника в соответствии с квалификационной характеристикой, установленной государственным образовательным стандартом

1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности в качестве магистра технической физики, прошедшего обучение по программе 16.04.01.00.02 «Оптическая физика и квантовая электроника».

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ПК-1: Способен критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты | |
| ИД-1: Знает основы оптической физики и квантовой электроники | Знает основы физической и прикладной оптики, основные принципы построения оптических приборов Ориентируется в основных достижениях и проблемах современной оплотехники Знает основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем, принципы построения и функционирования электронных и оптико-электронных |
| ИД-2: Умеет анализировать состояние и перспективы развития оплотехники | составляет план поиска научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов проводит поиск и анализ научно-технической информации проводит анализ отечественного и зарубежного опыта по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов |
| ИД-3: Владеет навыками работы с научно-технической информацией | работает с научно-технической информацией проведит патентный поиск работает с техническими текстами |
| ПК-2: Способен самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств | |
| ИД-1: Знает основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем, элементную базу оплотехники | знает основы физической и прикладной оптики знает основные характеристики и свойства оптического излучения знает физические основы и принципы построения оптико-электронных приборов и систем различного назначения |

| | |
|--|--|
| ИД-2: Умеет применять теоретические, практические и метрологические основы | формулирует задачу и определяет набор параметров, с учетом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и |
| оптических измерений | особенностей работы оптоэлектроники проводит подбор оборудования и комплектующих, необходимых для проведения исследований формирует цели исследований, распределяет поставленные задачи и координирует их выполнение |
| ИД-3: Владеет методами обработки экспериментальных данных | выявляет зависимости между параметрами анализируемого процесса, явления и особенностями работы прибора анализирует и применяет результаты моделирования проведения экспериментов и обработку данных |

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад.час) | е |
|--|--|---|
| | | 1 |
| Контактная работа с преподавателем: | 1,33 (48) | |
| занятия лекционного типа | 0,89 (32) | |
| практические занятия | 0,44 (16) | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 1,67 (60) | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | |
| курсовая работа (КР) | Нет | |
| Промежуточная аттестация (Экзамен) | 1 (36) | |

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| № п/п | | Модули, темы (разделы) дисциплины | | Контактная работа, ак. час. | | | | | | | |
|---|--|-----------------------------------|--|--------------------------------|--|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--|
| | | | | Занятия лекционного типа | | Занятия семинарского типа | | | | Самостоятельная работа, ак. час. | |
| | | | | | | Семинары и/или Практические занятия | | Лабораторные работы и/или Практикумы | | | |
| | | | | | | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС | | |
| 1. Раздел 1. Оптические свойства наночастиц металлов и их взаимодействие с излучением | | | | | | | | | | | |
| 1. | | | | | | | | | | 15 | |
| 2. Оптические свойства изолированных наночастиц металлов. Поверхностные плазмоны. Диэлектрическая проницаемость металлических наночастиц. Спектр поверхностных плазмонов. | | 4 | | | | | | | | | |
| 3. Электродинамическое взаимодействие наночастиц. Резонанс Ми. Электродинамическое взаимодействие пары частиц | | 4 | | | | | | | | | |
| 4. Дисперсия. Связь констант ϵ , μ с микроскопическими параметрами. | | | | | | 2 | | | | | |
| 5. Энергия взаимодействия частиц. Численный анализ спектров поглощения и энергии взаимодействия пары частиц | | | | | | 2 | | | | | |
| 2. Раздел 2. Эффекты усиления | | | | | | | | | | | |
| 1. | | | | | | | | | | 15 | |

| | | | | | | | | |
|--|----|--|----|--|--|--|----|--|
| 2. Модифицированные дипольные моменты при взаимодействии двух частиц | 4 | | | | | | | |
| 3. Экспериментальная база нанофотоники | 4 | | | | | | | |
| 4. Влияние фактора усиления локального поля на нелинейно-оптические процессы | | | 2 | | | | | |
| 5. Особенности спектров плазмонного поглощения реальных золы серебра | | | 2 | | | | | |
| 3. Раздел 3 Формирование нано и микро структур под воздействием оптического излучения | | | | | | | | |
| 1. | | | | | | | 15 | |
| 2. Численный анализ спектров поглощения и энергии взаимодействия пары частиц. Дипольное взаимодействие трёх наночастиц. Энергии взаимодействий трех частиц | 4 | | | | | | | |
| 3. Структурообразование под действием оптического излучения. | 4 | | | | | | | |
| 4. Дипольное взаимодействие наночастиц. Энергии взаимодействий трех частиц | | | 2 | | | | | |
| 5. Структурообразование под действием оптического излучения. | | | 2 | | | | | |
| 4. Раздел 4. . Оптика квантовых ям и сверхрешеток. Оптика материалов с отрицательной дисперсией. | | | | | | | | |
| 1. | | | | | | | 15 | |
| 2. Оптика квантовых ям и сверхрешеток. | 4 | | | | | | | |
| 3. Оптика материалов с отрицательной дисперсией. | 4 | | | | | | | |
| 4. Квантовомеханический расчет различных структур | | | 2 | | | | | |
| 5. Искусственные материалы отрицательным показателем преломления | | | 2 | | | | | |
| Всего | 32 | | 16 | | | | 60 | |

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Салех Б. Е. А., Тейх М. К. Оптика и фотоника. Принципы и применения: Т. 1: [учебное пособие : в 2-х томах] : перевод с английского (Долгопрудный: Интеллект).
2. Салех Б. Е. А., Тейх М. К. Оптика и фотоника. Принципы и применения: Т. 2: [учебное пособие : в 2-х томах] : перевод с английского (Долгопрудный: Интеллект).
3. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие(Москва: Лань).
4. Ярив А., Ханин Я. И. Квантовая электроника: перевод с английского (Москва: Советское радио).
5. Ландау Л. Д., Лившиц Е. М. Теоретическая физика: Т. 8. Электродинамика сплошных сред: учеб. пособие для физ. спец. ун-тов (Москва: Наука).
6. Третьяков Ю. Д. Нанотехнологии. Азбука для всех: науч.-попул. изд.(М.: Физматлит).
7. Новотный Л., Хехт Б., Коновко А. А., Шутова О. А., Самарцев В. В. Основы нанооптики(Москва: Физматлит).
8. Стафеев С. К., Боярский К. К., Башнина Г. Л. Основы оптики: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Физика" (510400), "Прикладная математика и физика" (511600), "Оптотехника" (551900), "Приборостроение" (551500) и другим физическим и техническим направлениям подготовки(Санкт-Петербург: Лань).
9. Виноградова М. Б., Руденко О. В., Сухоруков А. П. Теория волн: линейные и нелинейные волны(Москва: URSS).
10. Мартин-Пальма Р. Х., Лахтакия А. Нанотехнологии. Ударный вводный курс: [учебное пособие](Долгопрудный: Интеллект).
11. Слабко В. В., Лямкина Н. Э., Ципотан А. С. Нанофотоника: учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельных работ [для студентов профиля 223200.68.00.02 «Оптическая физика и квантовая электроника»](Красноярск: СФУ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Операционная система MS Windows
2. Офисный пакет MS Office

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]: - <http://elibrary.ru>

2. Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]: -
<http://www.znanium.com>

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Кафедра располагает учебными аудиториями для проведения занятий лекционного типа и практических занятий. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (демонстрационное оборудование).

Помещение для самостоятельной работы магистрантов оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СФУ.