

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Нанопотоника М2.ДВ.5

Направление подготовки: 011200.68 - Физика

Профиль подготовки: Физика атомов и молекул

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Харинцев С.С.

Рецензент(ы):

Камалова Д.И.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Салахов М. Х.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 649617

Казань
2017

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Харинцев С.С. Кафедра оптики и нанопотоники Отделение физики, skharint@gmail.com

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины М2.ДВ5 "Нанопотоника" являются получение углубленных знаний о последних достижениях в области нанопотоники, в частности знакомство с основными понятиями ближнеполевой оптической спектроскопии и микроскопии

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.5 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина М2.ДВ6 "Нанопотоника" является базовой частью программы для магистратуры по направлению 510402 "Физика атомов и молекул" (блок М2).

Изучение данной дисциплины базируется на вузовской подготовке студентов по высшей математике и общей физике (разделы: "Молекулярная физика", "Электричество", "Оптика", "Атомная физика").

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3	способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ПК-1 (профессиональные компетенции)	использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью организовать работу коллектива для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью проводить свою профессиональную деятельность с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью организовать и планировать физические исследования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- механизм преодоления дифракционного предела;
- условия возбуждения поверхностных плазмонов;
- основные экспериментальные схемы ближнеполевых измерений;

2. должен уметь:

- вычислять распределение электромагнитного поля вблизи наноразмерных металлических структур с помощью моделей: мультиполь-мультипольного взаимодействия и конечных разностей во временной области;
- выполнять оценку усиления электромагнитного поля вблизи безапертурных металлических зондов
- интерпретировать Раман спектры и изображения, усиленные металлическим зондом

3. должен владеть:

- навыками системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;
- навыками работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой; проведения физического эксперимента.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- самостоятельно решать задачи по вычислению электромагнитных полей в ближней зоне
- определять условия пространственного синхронизма для возбуждения поверхностных плазмонов-поляритонов
- проводить экспериментальное наблюдение плазмонов и демонстрировать эффекты усиления оптических полей с помощью плазмонных наноантенн
- создавать конусные оптические наноантенны методом электрохимического травления

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в ближнеполевую оптику. Спектроскопия						

одной молекулы.

1	1	1	2	0	Дискуссия
---	---	---	---	---	-----------

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Неизлучающие источники и нераспространяющиеся поля. Неизлучательная диффракция. Ближнее поле.	1	2	1	2	0	Дискуссия
3.	Тема 3. Эванесцентная оптика. Формулы Френеля.	1	3	1	1	0	Дискуссия
4.	Тема 4. Малые апертуры. Оптический предел Аббе. Субволновое пространственное разрешение.	1	4	1	2	0	Дискуссия
5.	Тема 5. Безапертурные оптические зонды. Электрохимическое травления металлических зондов.	1	5	1	1	0	Творческое задание
6.	Тема 6. Гигантское усиление электромагнитного поля вблизи металлических наноструктур. Поверхностные плазмон-поляритонные возбуждения. Эффект сингулярности. Оценка усиления электромагнитного поля.	1	6	2	2	0	Научный доклад
7.	Тема 7. Теоретические аспекты расчета распределения ближнего поля. Модель мультиполь-мультипольного взаимодействия. Модель конечных разностей во временной области.	1	7	2	1	0	Презентация

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Ближнепольная Раман спектроскопия. Углеродные нанотрубки. Фуллерены. Тонкие композитные пленки.	1	8	1	1	0	Дискуссия
9.	Тема 9. Ближнеполевые нелинейные оптические процессы (КАРС, генерация второй гармоники и др.)	1	9	1	1	0	Дискуссия
10.	Тема 10. Спектроскопия гэп-мод. Субзондовое разрешение.	1	10	1	1	0	Дискуссия
11.	Тема 11. Лазерные ловушки металлических наночастиц. Оптический пинцент.	1	11	1	1	0	Дискуссия
12.	Тема 12. Ближнеполевая оптическая наноитография	1	12	1	1	0	Дискуссия
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	Экзамен
	Итого			14	16	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в ближнеполевую оптику. Спектроскопия одной молекулы.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

1. Ближнее поле 2. От оптики к нанооптике 3. Визуализация, диагностика и манипулирование светом на наномасштабе

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задач по определению структуры ближнего поля

Тема 2. Неизлучающие источники и нераспространяющиеся поля. Неизлучательная диффракция. Ближнее поле.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

1. Неизлучающие источники 2. Условия пространственного синхронизма 3. Диффракция на субволновой апертуре

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задач по диффракции на круглом отверстии с субволновым диаметром

Тема 3. Эванесцентная оптика. Формулы Френеля.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

1. Полное внутреннее отражение света 2. Формулы Френеля и вывод формул для прошедшей волны при полном внутреннем отражении 3. Эффекты Гуи

практическое занятие (1 часа(ов)):

Решение задач по распространению волн в режиме полного внутреннего отражения

Тема 4. Малые апертуры. Оптический предел Аббе. Субволновое пространственное разрешение.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

1. Способы преодоления дифракционного предела Аббе 2. Методы получения субволнового разрешения.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задач на распространению волн через субволновую апертуру

Тема 5. Безапертурные оптические зонды. Электрохимическое травления металлических зондов.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

1. Оптическая наноантенна как новая парадигма в оптике 2. Типы оптических наноантенн 3. Методы создания наноантенн

практическое занятие (1 часа(ов)):

Создание оптических наноантенн электрохимическим методом

Тема 6. Гигантское усиление электромагнитного поля вблизи металлических наноструктур. Поверхностные плазмон-поляритонные возбуждения. Эффект сингулярности. Оценка усиления электромагнитного поля.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

1. Плазмоны. 2. Распространение плазмонов на разных геометриях 3. Эффект усиления поля

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задач по оценке эффекта усиления оптических сигналов

Тема 7. Теоретические аспекты расчета распределения ближнего поля. Модель мультиполь-мультипольного взаимодействия. Модель конечных разностей во временной области.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

1. Методы расчета ближнего поля: 2. Конечные разности во временной области 3. Метод мультиполей 4. Метод углового представления полей

практическое занятие (1 часа(ов)):

Решение задач по расчету структуры ближнего поля методом конечных разностей во временной области

Тема 8. Ближнепольная Раман спектроскопия. Углеродные нанотрубки. Фуллерены. Тонкие композитные пленки.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

1. Раман спектроскопия и микроскопия на примере углеродных одностенных нанотрубок и фуллеренов 2. ТЕРС и СЕРС методы

практическое занятие (1 часа(ов)):

Экспериментальное наблюдение ТЕРС сигнала

Тема 9. Ближнеполевые нелинейные оптические процессы (КАРС, генерация второй гармоники и др.)

лекционное занятие (1 часа(ов)):

1. Нелинейные эффекты ближнего поля 2. Волновое смешение в ближней зоне 3. КАРС

практическое занятие (1 часа(ов)):

Решение задач по расчету нелинейных коэффициентов

Тема 10. Спектроскопия гэг-мод. Субзондовое разрешение.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

1. Интерференция локализованных и делокализованных плазмонов 2. Субзондовое пространственное разрешение

практическое занятие (1 часа(ов)):

Решение задач по распространению плазмонов

Тема 11. Лазерные ловушки металлических наночастиц. Оптический пинцет.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

1. Световое давление 2. Оптические силы в сильно-неоднородном лазерном поле 3. Оптический пинцет

практическое занятие (1 часа(ов)):

Решение задач по световому давлению

Тема 12. Ближнеполевая оптическая нанолитография

лекционное занятие (1 часа(ов)):

1. Принципы литографии 2. Методы литографии на основе эффектов ближнего поля

практическое занятие (1 часа(ов)):

Экспериментальная демонстрация нанолитографии на полимерных пленках

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение в ближнеполевую оптику. Спектроскопия одной молекулы.	1	1	подготовка к дискуссии	3	дискуссия
2.	Тема 2. Неизлучающие источники и нераспространяющиеся поля. Неизлучательная диффракция. Ближнее поле.	1	2	подготовка к дискуссии	3	дискуссия
3.	Тема 3. Эванесцентная оптика. Формулы Френеля.	1	3	подготовка к дискуссии	2	дискуссия
4.	Тема 4. Малые апертуры. Оптический предел Аббе. Субволновое пространственное разрешение.	1	4	подготовка к дискуссии	2	дискуссия

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Безапертурные оптические зонды. Электрохимическое травления металлических зондов.	1	5	подготовка к творческому заданию	4	творческое задание
6.	Тема 6. Гигантское усиление электромагнитного поля вблизи металлических наноструктур. Поверхностные плазмон-поляритонные возбуждения. Эффект сингулярности. Оценка усиления электромагнитного поля.	1	6	подготовка к научному докладу	4	научный доклад
7.	Тема 7. Теоретические аспекты расчета распределения ближнего поля. Модель мультиполь-мультипольного взаимодействия. Модель конечных разностей во временной области.		7	подготовка к презентации	4	презентация
8.	Тема 8. Ближнеполевая Раман спектроскопия. Углеродные нанотрубки. Фуллерены. Тонкие композитные пленки.	1	8	подготовка к дискуссии	4	дискуссия
9.	Тема 9. Ближнеполевые нелинейные оптические процессы (КАРС, генерация второй гармоники и др.)	1	9	подготовка к дискуссии	4	дискуссия
10.	Тема 10. Спектроскопия гэп-мод. Субзондовое разрешение.	1	10	подготовка к дискуссии	4	дискуссия
11.	Тема 11. Лазерные ловушки металлических наночастиц. Оптический пинцент.	1	11	подготовка к дискуссии	4	дискуссия

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
12.	Тема 12. Ближнеполевая оптическая наноитография	1	12	подготовка к дискуссии	4	дискуссия
	Итого				42	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, семинарские занятия, самостоятельная работа

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение в ближнеполевую оптику. Спектроскопия одной молекулы.

дискуссия , примерные вопросы:

Обсуждение отличительных признаков физической оптики и нанооптика, возможность детектирования физических объектов на пределах дифракционного предела ОК-1, ОК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

Тема 2. Неизлучающие источники и нераспространяющиеся поля. Неизлучательная диффракция. Ближнее поле.

дискуссия , примерные вопросы:

Обсуждение условий существования плоских волн с мнимыми волновыми числами, условия пространственного синхронизма и сфера Эвалда ОК-1, ОК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

Тема 3. Эванесцентная оптика. Формулы Френеля.

дискуссия , примерные вопросы:

Обсуждение распространение света при полном внутреннем отражении, вычисление вектора Пойтинга ОК-1, ОК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

Тема 4. Малые апертуры. Оптический предел Аббе. Субволновое пространственное разрешение.

дискуссия , примерные вопросы:

Обсуждение дифракции на субволновых апертурах, преодоление предела Аббе ОК-1, ОК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

Тема 5. Безапертурные оптические зонды. Электрохимическое травления металлических зондов.

творческое задание , примерные вопросы:

Изготовить конусные оптические антенны из вольфрама и золота ОК-1, ОК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

Тема 6. Гигантское усиление электромагнитного поля вблизи металлических наноструктур. Поверхностные плазмон-поляритонные возбуждения. Эффект сингулярности. Оценка усиления электромагнитного поля.

научный доклад , примерные вопросы:

Подготовить доклады по методам усиления оптического поля с помощью плазмонных наноструктур ОК-1, ОК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

Тема 7. Теоретические аспекты расчета распределения ближнего поля. Модель мультиполь-мультипольного взаимодействия. Модель конечных разностей во временной области.

презентация , примерные вопросы:

Подготовить презентации по теоретическим методам расчета электромагнитных полей в ближней зоне ОК-1, ОК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

Тема 8. Ближнеполюная Раман спектроскопия. Углеродные нанотрубки. Фуллерены. Тонкие композитные пленки.

дискуссия , примерные вопросы:

Обсуждение локально-усиленных Раман спектров на примере углеродных нанотрубок и фуллеренов ОК-1, ОК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

Тема 9. Ближнеполевые нелинейные оптические процессы (КАРС, генерация второй гармоники и др.)

дискуссия , примерные вопросы:

Обсуждение аспектов ближнего поля в нелинейных оптических процессах ОК-1, ОК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

Тема 10. Спектроскопия гэг-мод. Субзондовое разрешение.

дискуссия , примерные вопросы:

Обсуждение интерференции локализованных и делокализованных плазмонов ОК-1, ОК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

Тема 11. Лазерные ловушки металлических наночастиц. Оптический пинцет.

дискуссия , примерные вопросы:

Обсуждение давления света и использование эффекта ловушки для создания оптического пинцета ОК-1, ОК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

Тема 12. Ближнеполевая оптическая нанолитография

дискуссия , примерные вопросы:

Обсуждение принципов нанолитографии на основе ближнего поля ОК-1, ОК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Билет ♦1

1. Решение уравнений Максвелла для осциллирующего диполя при $kr \ll 1$
2. Ближнее поле и его свойства

Билет ♦2

1. Виды плазмонов и их характеристики
2. Продольные компоненты в фокальной области

Билет ♦3

1. Перенос энергии эвансцентной волной
2. Дисперсионное соотношение для поверхностного плазмона

Билет ♦4

1. Разрешенный и запрещенный свет
2. Угловое спектральное представление поля диполя

Билет ♦5

1. Коэффициенты пропускания и отражения Френеля для р и s поляризации.
2. Принцип конфокальной микроскопии

Билет ♦6

1. Механизмы генерации ближнего поля
2. Угловой спектр в дальней зоне

Билет ♦7

1. Субволновое пространственное разрешение в ближнеполевой оптической микроскопии

2. Оптические свойства благородных металлов. Модель Зоммерфельда-Друде. Межзонные переходы

Билет ♦8

1. Объемные, поверхностные и локализованные плазмоны
2. Методы усиления и локализации электромагнитного поля

Билет ♦9

1. Функция Грина электрического поля
2. Оптические антенны и их свойства

Билет ♦10

1. Лазерные моды высоких порядков
2. Безапертурные металлические зонды

Билет ♦11

1. SNOM-зонды
2. Рассеяние электромагнитной волны субволновой металлической сферой

Билет ♦12

1. Распространение поверхностных плазмонов вдоль границы раздела двух сред
2. Параксиальное приближение для оптических полей

Билет ♦13

1. Сильная фокусировка оптических полей
2. Метод конечных разностей во временной области

Билет ♦14

1. Усиленное поверхностью комбинационное рассеяние
2. Усиление и тушение флуоресценции в наноразмерном окружении

Билет ♦15

1. Усиленное зондом комбинационное рассеяние
2. Диаграмма направленности ближнего поля

ЗАДАЧИ

Задача ♦1

Выведите диадную функцию Грина проанализировать характер решения от расстояния между источником и точкой наблюдения.

Задача ♦2

Покажите, что z-комплента усредненного по времени вектора Пойтинга равна нулю для эвансцентного поля, распространяющегося вдоль границы раздела двух сред.

Задача ♦3

Вывести обобщенные уравнения Снелиуса для метаповерхности с сингулярными разрывами фазы.

Задача ♦4

Получить выражение для продольной компоненты электрического поля в фокальной плоскости в предположении, что поле не расходится.

Задача ♦5

Получить выражения для поперечных электрической и магнитной составляющих для плоской волны, распространяющейся вдоль планарного интерфейса.

Задача ♦6

Построить диаграмму распределения компонент электрического и магнитного полей в фокальной плоскости. Рассмотреть случаи сильной и слабой фокусировки.

Задача ♦7

Вывести Фурье-спектр продольной компоненты поля.

Задача ♦8

Получить распределение электромагнитного поля в дальней зоне с помощью углового распределения спектра в предположении, что лазерный пучок является гауссовским.

Задача ♦9

Вывести выражения радиально и азимутально поляризованного лазерного света

Задача ♦10

Провести аналитическое исследование возбуждения локализованного поверхностного плазмона в зависимости от диаметра золотой наночастицы.

Задача ♦11

Рассчитайте тензор напряжений Максвеллана сферической поверхности, охватывающей Рэлеевскую частицу, освещенную плоской волной.

Задача ♦12

Вывести коэффициент усиления оптического поля вблизи конической золотой наноплазмонной антенны, используя формализм функции Грина.

7.1. Основная литература:

Оптика и фотоника. Принципы и применения, Салех, Бахаа Е. А.;Тейх, Малвин Карл;Дербов, В. Л., 2012г.

Основы нанооптики, Новотный, Лукас;Хехт, Берт;Коновко, Андрей Андреевич;Самарцев, Виталий Владимирович, 2009г.

Наноплазмоника, Климов, Василий Васильевич, 2010г.

1. Оптика и фотоника. Принципы и применения Салех, Бахаа Е. А.;Тейх, Малвин Карл;Дербов, В. Л. 2012

2. Основы нанооптики Новотный, Лукас;Хехт, Берт;Коновко, Андрей Андреевич;Самарцев, Виталий Владимирович 2009

3. Наноплазмоника Климов, Василий Васильевич 2010

7.2. Дополнительная литература:

Общий курс физики, Т. 4. Оптика, Сивухин, Дмитрий Васильевич, 2005г.

Оптика анизотропных сред, Федоров, Федор Иванович, 2004г.

Оптика, Саржевский, Александр Михайлович, 2004г.

Электромагнитные процессы в среде, наноплазмоника и метаматериалы, Астапенко, Валерий Александрович, 2012г.

1. Общий курс физики, Т. 4. Оптика Сивухин, Дмитрий Васильевич 2005

2. Оптика анизотропных сред Федоров, Федор Иванович 2004

3. Оптика Саржевский, Александр Михайлович 2004

4. Электромагнитные процессы в среде, наноплазмоника и метаматериалы, Астапенко, Валерий Александрович 2012

7.3. Интернет-ресурсы:

Введение в нанооптику -

http://www.iap.uni-jena.de/iapmedia/de/Lecture/Introduction+to+NanoOptics1383174000/INO13_lecture_01

Квантовая оптика и нанооптика -

http://esonn.fr/0oldweb/esonn2010/xlectures/ESONN2010_NanoOptics_Lecture_BARTH.pdf

Нанооптика - <http://www.optics.rochester.edu/workgroups/novotny/>

Нанотехнологическое сообщество - <http://www.nanometer.ru/>

Плазмоника - <http://www.omel.ethz.ch/education/Plasmonics/Text/PLASMONICS>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Нанопотоника" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

лаборатория "Нанооптика"

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.68 "Физика" и магистерской программе Физика атомов и молекул .

Автор(ы):

Харинцев С.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Камалова Д.И. _____

"__" _____ 201__ г.