Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И. Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра физики и технических дисциплин

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
_____ С.Н. Титов
«_25_» __июня___ 2021 г.

НАНООПТИКА

Программа учебной дисциплины модуля
Специальные разделы предметной области

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки),

направленность (профиль) образовательной программы
Физика. Математика

(очная форма обучения)

Составитель: Алтунин К. К.,
к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедры физики и технических дисциплин

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от 21 июня 2021г. №_7_

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01D77C644FC1E54000000006381D0002
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 19.07.2021 до 19.07.2022

Ульяновск, 2021

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нанооптика» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули) модуля Специальные разделы предметной области учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы «Физика. Математика», очной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках школьного курса «Физика» или соответствующих дисциплин среднего профессионального образования, а также ряда дисциплин учебного плана, изученных обучающимися в 3-8 семестрах: Общая и экспериментальная физика, Основы теоретической физики.

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Нанооптика» подготовка бакалавра, владеющего современными теоретическими знаниями, методами научно-исследовательской работы и прикладной деятельности в области оптики наноструктур.

Задачей освоения дисциплины является получение студентами набора знаний, умений и навыков по нанооптике, которые обеспечивают полноценное освоение основных понятий, методов и приложений оптики наноструктур. Предусматривается получение студентами сведений об основных типах оптических процессов в наноструктурах.

В результате изучения дисциплины «Нанооптика» студент должен:

знать теорию нанооптики;

уметь решать задачи нанооптики;

владеть способами решения задач нанооптики.

Процесс изучения дисциплины «Нанооптика» направлен на расширение научного кругозора и эрудиции студентов на базе изучения законов оптики наноструктур.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Нанооптика» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы её достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач УК.1.1. Выбирает источники информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению УК.1.2. Демонстрирует умение осуществлять поиск информации для решения поставленных задач в рамках научного мировоззрения УК.1.3. Демонстрирует умение рассматривать различные точки зрения на поставленную задачу в рамках научного мировоззрения УК.1.4. Выявляет степень доказательности различных точек зрения на поставленную задачу в рамках научного мировоззрения УК.1.5. Определяет рациональные идеи для решения поставленных задач в рамках научного мировоззрения	ОР-1 знает теорию нанооптики;	ОР-2 умеет решать задачи нанооптики;	ОР-3 владеет способами решения задач нанооптики.

ПК-11. Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования. ПК-11.1. Знает основные научные понятия и особенности их использования, методы и приёмы изучения и анализа литературы в предметной области; основы организации исследовательской деятельности; основные информационные технологии поиска, сбора, анализа и обработки данных; интерпретирует явления и процессы в контексте общей динамики и периодизации исторического развития предмета, с учетом возможности их использования в ходе постановки и решения исследовательских задач. ПК-11.2. Умеет самостоятельно и в составе научного коллектива решать конкретные задачи профессиональной деятельности; самостоятельно и под научным руководством осуществлять сбор и обработку информации; способен применять полученные знания для объяснения актуальных проблем и тенденций развития предмета; проводить исследовательскую работу в соответствии с индивидуальным планом. ПК-11.3. Владеет базовыми представлениями о принципах организации и осуществления исследований, практическими навыками осуществления исследований; применяет навыки комплексного поиска, анализа и систематизации информации по изучаемым проблемам с использованием научной и учебной литературы, информационных баз данных. ПК-12 - Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций. ПК-12.1. Знает формулировки определений, содержательное значение терминов и понятий предметной области, правила и алгоритмы оперирования с объектами предметной области, понимает взаимосвязь между структурными элементами; имеет представление о функциях и практическом применении изучаемых объектов.			

ПК-12.2. Умеет выделять и анализировать структурные элементы, входящие в систему познания предметной области; определять логическую взаимосвязь между компонентами предметной области; строить логически верные и обоснованные рассуждения; решать задачи предметной области. ПК-12.3. Владеет профессиональной терминологией и основами профессиональной речевой культуры; методами доказательных рассуждений; методами анализа изучаемых объектов, методами систематизации и структурирования знаний в предметной области, основами моделирования в предметной области.			

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Номер семестра	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации
	Всего		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час	Самостоятельная работа, час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
9	2	72	12	0	20	40	зачёт
Итого:	2	72	12	0	20	40	зачёт

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1.Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
9 семестр				
Тема 1. Квантовая теория света.	2	0	2	4
Тема 2. Уравнения Максвелла в среде.	2	0	2	4

Тема 3. Комплексная диэлектрическая проницаемость оптических сред.	2	0	2	4
Тема 4. Основные свойства электромагнитного поля.	2	0	2	4
Тема 5. Отражение и преломление света на границе раздела металлических наноструктур.	2	0	4	8
Тема 6. Приближение эффективной среды.	2	0	4	8
Тема 7. Оптические размерные резонансы в наноструктурах.	0	0	4	8
Итого по 9 семестру	**12**	**0**	**20**	**40**
Всего по дисциплине:	**12**	**0**	**20**	**40**

3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса (9 семестр)

Тема 1. Квантовая теория света.

Введение в предмет нанооптики. Фундаментальные исследования в области нанооптики. Актуальные проблемы нанофизики, оптики наноструктур, наноэлектроники и нанотехнологий. Основные направления нанооптики. Оптика неоднородных сред, тонких слоёв и тонкоплёночных наноструктур.

Квантовая теория света. Классификация оптического излучения. Свет, световая волна или поток фотонов. Связь волнового и корпускулярного описания. Квантовомеханическая теория. Статистическое толкование волн де Бройля. Линейный квантовый осциллятор в электрическом дипольном приближении. Собственное излучение диполя. Затухание диполя. Проблема Раби.

Тема 2. Уравнения Максвелла в среде.

Уравнения Максвелла и распространение электромагнитных волн в среде. Материальные уравнения. Волновые уравнения для напряжённости электрического и магнитного поля. Потенциалы электромагнитного поля. Волновые уравнения для потенциалов. О справедливости уравнений Максвелла и волновых уравнений для наноструктур. Классификация методов описания оптических процессов в наноструктурах. Основные механизмы взаимодействия света с твёрдотельными наноструктурами.

Тема 3. Комплексная диэлектрическая проницаемость оптических сред.

Комплексная диэлектрическая проницаемость. Диэлектрическая проницаемость малых частиц. Связь комплексной диэлектрической проницаемости с оптическими параметрами. Действительная и мнимая части комплексного показателя преломления оптической среды. Соотношения Крамерса-Кронига. Дисперсионные соотношения. Коэффициент поглощения. Коэффициент отражения. Коэффициент прохождения.

Тема 4. Основные свойства электромагнитного поля.

Основные свойства электромагнитного поля. Стационарность. Однородность. Непрерывность. Граничные условия. Резкая граница раздела двух сред. Теория переходного слоя Друде. Введение в электродинамику металлов. Теория Друде–Зоммерфельда оптических свойств металлов. Оптические свойства реальных металлов. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Дисперсия в газе свободных электронов и объёмные плазмоны.

Тема 5. Отражение и преломление света на границе раздела металлических наноструктур

Отражение и преломление света на поверхности металлических наноструктур и сверхтонких плёнок. Комплексный показатель преломления наноструктур. Соотношение Клаузиуса–Мосотти и формула Лорентц–Лоренца. Вывод формулы Лорентц–Лоренца. Формулы Френеля и Зеемана. Отражение и преломление света на границе раздела двух

наноструктурных сред. Понятие о комплексном показателе преломления. О смысле показателя преломления наноструктур.

Тема 6. Приближение эффективной среды.

Приближение эффективной среды для наноструктур. Теория гомогенизации. Формулы смешения. Квантовомеханический расчёт показателя преломления наноструктур для электрического дипольного излучения, электрического квадрупольного излучения и магнитного дипольного излучения.

Тема 7. Оптические размерные резонансы в наноструктурах.

Модифицированные оптические уравнения Блоха для системы атомных электронов в квантово-размерных структурах и наноструктурных покрытиях.

Оптические размерные резонансы в диэлектрических, полупроводниковых, металлических и композитных наноструктурах. Динамическая отстройка от резонанса.

Оптические размерные резонансы в системе диэлектрических наношаров в электрическом дипольном приближении.

Два взаимодействующих наношара в поле оптического излучения. Функция Грина.

Оптические размерные резонансы в наноструктурах. Случай слабого поля. Интенсивность рассеянного излучения.

Нелинейные оптические размерные резонансы. Случай "падающая башня". Многократное увеличение рассеяния оптического излучения.

Оптические размерные резонансы в наноструктурах. Случай сильного поля. Интенсивность рассеянного излучения. Линейные и нелинейные стационарные оптические размерные резонансы в наноструктурах и наночастицах. Линейные и нелинейные нестационарные оптические размерные резонансы в наноструктурах и наночастицах.

Эффект Ми и резонансы Ми. Векторы Герца. Уравнение Гельмгольца. Разделение переменных.

Интегральные уравнения распределения электромагнитных волн в наноструктурах.

Линейные стационарные, нелинейные стационарные, линейные нестационарные, нелинейные нестационарные, оптические размерные резонансы в наноструктурах и наночастицах.

Оптическая бистабильность в системе атомных электронов внутри композитных металл-диэлектрических наноструктур.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и зачёту. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание и защиту докладов или проектов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на лабораторных занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных на лабораторные занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной научной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по

применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объём самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме численного решения теоретических задач по дисциплине. Аудиторная самостоятельная работа обеспечена методическими материалами.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:

- подготовка к устным опросам по теории;
- подготовка к устным докладам по теории;
- численное решение теоретических задач;
- решение домашней контрольной работы;
- подготовка к защите реферата и научных проектов.

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Пример контрольной работы

Контрольная работа 1. Вариант 1.

1. Найти диэлектрическую проницаемость металл-полимерного нанокомпозита в модели Бруггемана.
2. Найти интенсивность электрического дипольного излучения одиночного сферического нанокластера серебра

Критерии оценивания:
за правильное решение 1 задачи – 16 баллов,
за правильное решение 2 задачи – 16 баллов.

Перечень тем рефератов

1. Современные теории электромагнитного взаимодействия в наноструктурах
2. Оптика металлических наноструктур
3. Полевые уравнения в нанооптике
4. Новые эффекты нефренелевского отражения в нанооптике
5. Метод интегральных уравнений в нанооптике
6. Оптические размерные резонансы в наноструктурах
7. Линейные стационарные оптические размерные резонансы в наноструктурах
8. Нелинейные стационарные оптические размерные резонансы в наноструктурах
9. Линейные нестационарные оптические размерные резонансы в наноструктурах
10. Нелинейные нестационарные оптические размерные резонансы в наноструктурах
11. Линейные стационарные оптические размерные резонансы в наночастицах
12. Нелинейные стационарные оптические размерные резонансы в наночастицах
13. Линейные нестационарные оптические размерные резонансы в наночастицах
14. Нелинейные нестационарные оптические размерные резонансы в наночастицах
15. Сканирующая зондовая микроскопия наноструктур
16. Ближнепольная оптическая микроскопия наноструктур
17. Нанотехнологии и солнечная энергетика
18. Использование металлоорганики. Металлические кластеры в диэлектрической среде
19. Полупроводниковые структуры пониженной размерности в поле оптического излучения
20. Квантовые нити в поле оптического излучения
21. Квантовые провода в поле оптического излучения
22. Квантовые цепочки в поле оптического излучения
23. Пористый кремний в поле оптического излучения
24. Квантовые точки в поле оптического излучения

Перечень тем научных проектов

1. Компьютерное моделирование поля рассеяния когерентных оптических фотонов в ближней зоне квантово-размерных структур из диполь-дипольно взаимодействующих атомов с учётом эффекта ближнего поля в области оптических размерных резонансов

2. Исследование волновых функций системы электронов из двумерных водородоподобных атомов в топологических квантовых компьютерах на оптических квантовых переходах
3. Исследование моделей полупроводниковых квантовых компьютеров на системе электронных спинов в переменном магнитном поле
4. Резонансное диполь-дипольное взаимодействие атомов во внешнем поле оптических фотонов и метод интегральных уравнений с учётом эффекта ближнего поля
5. Исследование волновых функций электрона в двумерном атоме водорода в наноструктурах в поле оптических фотонов
6. Оптическая бистабильность в квантовых компьютерах
7. Эффект ближнего поля и оптические размерные резонансы в наноструктурах
8. Исследование наночастиц и наноструктурированных материалов
9. Исследование оптических процессов в нанокомпозитных материалах
10. Исследование металлополимерных нанокомпозитов в поле оптического излучения
11. Исследование наноматериалов с единичным показателем преломления
12. Исследование наноматериалов с квазинулевым показателем преломления
13. Исследование абсолютно прозрачных нанокомпозитов
14. Исследование оптического отражения и пропускания метаматериалов.
15. Оптические размерные резонансы в наноструктурах
16. Исследование полупроводниковых наноструктур во внешнем электрическом поле
17. Исследование полупроводниковых наноструктур во внешнем магнитном поле
18. Исследование полупроводниковых наноструктур во внешнем оптическом поле
19. Компьютерное моделирование физических свойств графена
20. Компьютерное моделирование физических свойств графана
21. Компьютерное моделирование физических свойств монослоя наночастиц при помощи метода решёточных сумм
22. Метод решёточных сумм для системы монослоёв металлических наночастиц
23. Исследование системы монослоёв из атомов
24. Исследование системы монослоёв из наночастиц
25. Исследование физической модель графена на основе уравнения Дирака
26. Исследование физических свойств графена
27. Исследование физических свойств графана
28. Наноэлектроника и материал графан
29. Исследование наноструктурных плёнок и покрытий из графена
30. Исследование приборов на основе графена
31. Исследование высокотемпературной сверхпроводимости графена и графана
32. Исследование физических свойств углеродных нанотрубок
33. Электролюминесценция наноструктур
34. Фотолюминесценция наноструктур
35. Фотолюминесценция пористого кремния
36. Люминесценция квантовых точек
37. Люминесценция квантовых нитей
38. Компьютерное моделирование поля рассеяния когерентных оптических фотонов в ближней зоне квантово-размерных структур из диполь-дипольно взаимодействующих атомов с учётом эффекта ближнего поля в области оптических размерных резонансов
39. Физические особенности оптической микроскопии ближнего поля рассеяния лазерного излучения в ближней зоне наноструктурных островковых плёнок Ge на Si в области оптических размерных резонансов
40. Оптическая микроскопия поверхности наноструктур в ближней зоне поля рассеяния лазерного излучения
41. Исследование квантовых эффектов в зависимости от степени защиты сложных систем для схем квантовой криптографии в линиях связи на каналах с шумом, блоком коррекции ошибок и оценки квантовой сложности в численных расчётах
42. Оптический эффект Штарка в квантовых вычислениях
43. Эффект Зеемана в квантовых вычислениях

44. Решение уравнений Шрёдингера и Дирака для трёхмерного и двумерного атомов водорода
45. Проблема двух электронов в квантовой механике, резонансное взаимодействие водородоподобных атомов во внешнем поле оптических фотонов и реалистические схемы квантовых компьютеров
46. Решение уравнения Дирака для атома водорода
47. Решение уравнения Шрёдингера для атома гелия
48. Численное моделирование однокубитовых логических элементов CNOT на электронных спинах системы электронов из резонансно взаимодействующих примесных ридберговских атомов, охлаждённых лазерным излучением
49. Конденсация Бозе-Эйнштейна и квантовые вычисления
50. Исследование волновых функций системы электронов из двумерных водородоподобных атомов в топологических квантовых компьютерах на оптических квантовых переходах
51. Исследование моделей полупроводниковых квантовых компьютеров на системе электронных спинов в переменном магнитном поле
52. Резонансное диполь-дипольное взаимодействие атомов во внешнем поле оптических фотонов и метод интегральных уравнений с учётом эффекта ближнего поля
53. Квантовые компьютеры на когерентных состояниях ридберговских атомов
54. Квантовый компьютер на атоме водорода в оптическом поле
55. Квантовые вычисления и электроника на спинах
56. Исследование алгоритмов квантовых вычислений
57. Исследование алгоритмов квантовой криптографии
58. Исследование волновых функций электрона в двумерном атоме водорода в модели квантового компьютера на системе атомных электронов в поле оптических фотонов
59. Оптическая бистабильность в квантовых компьютерах
60. Эффект ближнего поля и оптические размерные резонансы в квантовых компьютерах
61. Когерентная передача энергии между атомами в наноразмерных процессорах
62. Динамика лазерно-охлаждённых атомов с приложением к квантовым вычислениям
63. Квантовые вычисления на биэкситонах в полупроводниковых квантовых нитях
64. Квантовый бит на основе джозефсоновского контакта обычного и высокотемпературного сверхпроводников

Перечень вопросов для самоконтроля обучающимися

1. Взаимодействие света с наноструктурами.
2. Уравнения Максвелла.
3. Интегральные полевые уравнения в оптике наноструктур.
4. Квантовомеханический расчёт показателя преломления наноструктур для электрического дипольного излучения.
5. Квантовомеханический расчёт показателя преломления наноструктур для магнитного дипольного излучения.
6. Квантовомеханический расчёт показателя преломления наноструктур для электрического квадрупольного излучения.
7. Расчёт интенсивности излучения в области оптических размерных резонансов

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. Алтунин, К. К. Оптика наноструктур и наноматериалов: учебное пособие / К. К. Алтунин. - 2-е изд. - М.: Директ-Медиа, 2014. - Ч. 1. Микроскопические уравнения электродинамики. - 82 с. - ISBN 978-5-4475-0322-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240553.
2. Алтунин, К. К. Оптика наноструктур и наноматериалов: учебное пособие / К. К. Алтунин. - 2-е изд. - М.: Директ-Медиа, 2014. - Ч. 2. Уравнения для атомных переменных. - 61 с. - ISBN 978-5-4475-0323-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240554.

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины через сформированность образовательных результатов.

Типы контроля:

Текущая аттестация: представлена следующими работами: отчётность по лабораторным занятиям.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определённых компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: устные опросы по теории, решение задач, физические диктанты, эвристическая беседа по теме занятия, групповое обсуждение темы занятия, защита реферата или проекта, контрольная работа. Контроль усвоения материала ведётся регулярно в течение всего семестра на лабораторных занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
1	**Оценочные средства для текущей аттестации** **ОС-1** устный опрос по теории, **ОС-2** разноуровневые задачи и задания, **ОС-3** физический диктант, **ОС-4** эвристическая беседа, **ОС-5** групповое обсуждение, **ОС-6** защита реферата или проекта, **ОС-7** контрольная работа	ОР-1 знает теорию нанооптики; ОР-2 умеет решать задачи нанооптики; ОР-3 владеет способами решения задач нанооптики.
2	**Оценочные средства для промежуточной аттестации** **зачёт** **ОС-8** зачёт в форме устного собеседования по вопросам	

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Нанооптика».

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п. 5 программы.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-8 Зачёт в форме устного собеседования по вопросам

Перечень вопросов к зачёту

1. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения.

2. Основные свойства электромагнитного поля. Стационарность. Однородность. Непрерывность. Граничные условия. Резкая граница раздела двух сред. Теория переходного слоя Друде.
3. Закон сохранения энергии электромагнитного поля.
4. Волновое уравнение. Выражения для электрического и магнитного полей в разложении по сферическим волнам. Потенциалы электромагнитного поля. Векторный и скалярный потенциалы.
5. Понятие 4-х потенциала. Потенциалы плоских и сферических волн. Калибровочные условия. Волновые уравнения для потенциалов. 4-векторное уравнение Даламбера и его решения. Четырёхмерная форма уравнений поля. Плоские волны. Сферические волны фотонов.
6. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Поглощающие и непоглощающие среды. Неоднородные волны. Формулы Френеля.
7. Линейный дипольный осциллятор. Собственное излучение диполя. Затухание диполя. Классическая проблема Раби.
8. Гармонический осциллятор. Чётность состояния линейного гармонического осциллятора.
9. Осциллирующий волновой пакет.
10. Когерентные состояния линейного гармонического осциллятора.
11. Свободное движение и линейный гармонический осциллятор в представлении Гейзенберга.
12. Трёхмерный изотропный гармонический осциллятор.
13. Форма и ширина линии излучения. Однородная и неоднородная ширина. Затухание свободной поляризации. Закон Бера. Коэффициент поглощения.
14. Фононы. Акустические и оптические фононы.
15. Элементарная теория дисперсии. Дисперсия света. Поляризуемость атома. Положительная и отрицательная дисперсия.
16. Оптика металлов. Отражение и преломление света на поверхности металлов и в тонких плёнках. Эффект ближнего поля в металлах.
17. Диэлектрики. Основные свойства диэлектриков. Взаимодействие атомов в диэлектриках. Экситоны Френкеля.
18. Поглощение света в полупроводниках. Спектры отражения и поглощения. Основные типы поглощения света в полупроводниках.
19. Собственное поглощение света в полупроводниках. Правила отбора. Коэффициент поглощения. Прямые переходы.
20. Собственное поглощение света в полупроводниках при непрямых переходах. Влияние внешних воздействий на собственное поглощение в полупроводнике.
21. Экситонное поглощение в полупроводниках. Экситоны Ванье-Мотта. Энергия экситонов в полупроводниках.
22. Поглощение света свободными носителями. Коэффициент экстинкции. Глубина проникновения света в проводящие среды.
23. Примесное поглощение в полупроводниках. Доноры и акцепторы.
24. Взаимодействие атомов на дальних расстояниях. Классическое рассмотрение. Мультипольное разложение. Электрическое дипольное приближение.
25. Запаздывающие потенциалы. Функция Лагранжа системы взаимодействующих движущихся зарядов. Диполь-дипольное взаимодействие атомов.
26. Интегральные уравнения распределения оптических волн в диэлектриках. Показатель преломления среды. Строгий вывод формулы Лорентц-Лоренца. Теорема погашения Эвальда-Озеена. Метод интегральных уравнений в оптике диэлектриков.
27. Эффект ближнего поля в диэлектриках.
28. Метод интегральных уравнений в задачах о распространении оптических волн в нелинейных средах.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и лабораторных занятиях путём суммирования заработанных баллов в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

Семестр		Посещение лекций	Посещение лабораторных занятий	Работа на лабораторных занятиях и текущий контроль	Зачёт
9	Разбалловка по видам работ	6 * 1 = 6 баллов	10 * 1 = 10 баллов	152 балла	32 балла
	Суммарный максимальный балл	6 баллов	16 баллов	168 балла	200 баллов

По результатам промежуточных аттестаций студенту засчитывается трудоёмкость в зачётных единицах. Студент по учебной дисциплине получает отметку согласно следующей таблице:

	Баллы (2 зачётные единицы)
«зачтено»	101-200
«не зачтено»	0-100

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от студентов посещения лекций, активной работы на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с базовыми учебниками, основной и дополнительной литературой.

Основной формой изложения материала курса являются лекции. Как правило, на лекции выносится основной программный материал курса. Часть материала выносятся для самостоятельного изучения студентами с непременным, сообщением им литературных источников и методических разработок. На практических занятиях рассматривают фрагменты теории, требующие сложных математических выкладок, различные методы решения задач и наиболее типичные задачи. Для закрепления материала, рассматриваемого на практических занятиях, студенты получают домашние задания в виде ряда задач из соответствующих задачников.

На лекциях изучается материал по основополагающим вопросам дисциплины, раскрывается их практическая значимость. В ходе проведения лекции используются приемы и методы проблемного обучения. На практических занятиях рассматриваются методы решения прикладных задач, проводится анализ полученных результатов. В ходе практического занятия одновременно преследуется цель расширения и углубления знаний, полученных на лекции.

При изложении теоретического материала на лекции, а также при решении задач на практических занятиях для демонстрации графиков, обучающих программ и т.п. рекомендуется использовать компьютерную мультимедийную установку.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы студентов, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы студенты имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Рекомендуется после каждой лекции оформлять конспект лекций. Перед каждой лекцией прочитывать конспект предыдущей лекции, что способствует лучшему восприятию нового материала.

Лекции имеют в основном обзорный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов, а также призваны способствовать формированию навыков работы с научной литературой. Предполагается также, что студенты приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендуемым программой.

Наиболее важные разделы курса выносятся на практические занятия. На каждом занятии предлагается несколько задач. Часть задач решается на занятии с подробным обсуждением метода и полученных результатов. Остальные задачи студент решает самостоятельно. Для зачёта контрольной работы студент должен защитить все задания. Предусмотрена защита реферата.

Практическое занятие – важнейшая форма самостоятельной работы студентов над научной, учебной и периодической литературой. Именно на практическом занятии каждый студент имеет возможность проверить глубину усвоения учебного материала, показать знание категорий, положений и инструментов профессиональной деятельности. Участие в практическом занятии позволяет студенту соединить полученные теоретические знания с решением конкретных практических задач и моделей в области профессиональной деятельности. Практические занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Конкретные пропорции разных видов работы в группе, а также способы их оценки, определяются преподавателем, ведущим занятия.

Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задания. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных заданий, собеседование со студентом.

Результаты выполнения практических заданий оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Основным методом обучения является самостоятельная работа студентов с учебно-методическими материалами и научной литературой.

Рекомендованная преподавателями литература и учебные пособия служат информационной основой и позволяют регулярно занимающимся студентам усваивать лекционный материал. Для обеспечения терминологической однозначности учебное пособие содержит словарь основных терминов, используемых в нём. Кроме того, программа курса лекций содержит вопросы для самоконтроля.

Самостоятельная работа студентов подразумевает выполнение студентами домашнего задания в виде решения необходимого минимума задач из сборника для практических занятий, консультаций и анализа их решения совместно с преподавателем.

Контроль самостоятельной (внеаудиторной) работы – написание и защита реферата, выступление с докладом на практических занятиях, решение контрольной работы.

В процессе оценивания письменных контрольных и самостоятельных работ при разделении задания на действия при оценивании за основание берётся следующая процентная шкала:

90-100 % от числа пунктов – оценка "5",
74-89 % от числа пунктов – оценка "4",
60-73 % от числа пунктов – оценка "3",
40-59 % от числа пунктов – оценка "2",

0-39 % от числа пунктов – оценка "1".
Студенту можно поставить оценку выше, если студентом оригинально выполнена работа.

Основным методом обучения является самостоятельная работа студентов с учебно-методическими материалами и научной литературой.

Основным методом обучения является самостоятельная работа студентов с учебно-методическими материалами и научной литературой.

Рекомендации для студента включают в себя следующее:

- обязательное посещение лекций ведущего преподавателя; лекции – основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал; в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы; в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам;
- подготовку и активную работу на практических занятиях; подготовка к практическим занятиям включает проработку материалов лекций, рекомендованной учебной литературы, а также выполнение заданий на самостоятельное решение задач.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям. Практическое занятие включает в себя два вида работ: подготовку сообщения и участие в обсуждении проблемы, затронутой сообщением. Основной вид работы на занятии – участие в обсуждении проблемы.

Выступления на практических занятиях должны быть по возможности компактными и в то же время вразумительными. На практическом занятии идёт проверка степени проникновения в суть материала, обсуждаемой проблемы. Поэтому беседа будет идти не по содержанию прочитанных работ; преподаватель будет ставить проблемные вопросы.

По окончании практического занятия к нему следует обратиться ещё раз, повторив сделанные выводы, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе – для этого в течение занятия следует делать небольшие пометки. Таким образом, практическое занятие не пройдёт даром, закрепление результатов занятия ведёт к лучшему усвоению материала изученной темы и лучшей ориентации в структуре курса. Вышеприведённая процедура должна практиковаться регулярно – стабильная и прилежная работа в течение семестра будет залогом успеха на сессии.

Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы формулируются в виде заданий для самостоятельной работы, предусматривающих использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Эти задания также ориентируют на написание контрольных работ, рефератов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Подготовка к **устному докладу**.

Доклады делаются по каждой теме с целью проверки теоретических знаний обучающегося, его способности самостоятельно приобретать новые знания, работать с информационными ресурсами и извлекать нужную информацию.

Доклады заслушиваются в начале практического занятия после изучения соответствующей темы. Продолжительность доклада не должна превышать 5 минут. Тему доклада студент выбирает по желанию из предложенного списка.

При подготовке доклада студент должен изучить теоретический материал, используя основную и дополнительную литературу, обязательно составить план доклада (перечень рассматриваемых им вопросов, отражающих структуру и последовательность материала), подготовить раздаточный материал или презентацию. План доклада необходимо предварительно согласовать с преподавателем.

Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к простому воспроизведению текста, не допускается простое чтение составленного конспекта доклада. Выступающий также должен быть готовым к вопросам аудитории и дискуссии.

Текущий контроль успеваемости и качества подготовки обучаемых может проводиться как на практических, так и лекционных занятиях. Проверку качества усвоения материала можно проводить в виде письменного или устного опроса, теста или коллоквиума по вопросам, сформулированным на основе учебных вопросов теоретического курса дисциплины.

Самостоятельная работа предполагает: самостоятельное изучение отдельных вопросов по литературе, предложенной преподавателем; подготовку к выполнению лабораторных работ; решение задач, задаваемых на дом; подготовку к выполнению заданий в компьютерном классе.

Основными видами аудиторной работы студентов являются:

• запись, усвоение, обсуждение лекций;
• выполнение заданий лабораторных занятиях;
• защита отчётов по лабораторным занятиям;
• решение задач;
• защита реферата или проекта;
• защита самостоятельных и контрольных работ;
• сдача зачёта.

Лекционный курс (9 семестр)

Лекция 1. Квантовая теория света.
Лекция 2. Уравнения Максвелла в среде.
Лекция 3. Комплексная диэлектрическая проницаемость оптических сред.
Лекция 4. Основные свойства электромагнитного поля.
Лекция 5. Отражение и преломление света на границе раздела металлических наноструктур.
Лекция 6. Приближение эффективной среды.

Темы лабораторных занятий (9 семестр)

Лабораторное занятие 1. Квантовая теория света.
План:

1. Фотоны.
2. Характеристики фотонов.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 2. Уравнения Максвелла в среде.
План:

3. Уравнения Максвелла и распространение электромагнитных волн в среде.
4. Волновые уравнения для напряжённости электрического и магнитного поля. Потенциалы электромагнитного поля. Волновые уравнения для потенциалов.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 3. Комплексная диэлектрическая проницаемость оптических сред.
План:

5. Комплексная диэлектрическая проницаемость малых частиц.
6. Связь комплексной диэлектрической проницаемости с оптическими параметрами.
7. Действительная и мнимая части комплексного показателя преломления оптической среды. Соотношения Крамерса-Кронига.
8. Дисперсионные соотношения. Коэффициент поглощения. Коэффициент отражения. Коэффициент прохождения.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 4. Основные свойства электромагнитного поля.
План:

9. Стационарность. Однородность. Непрерывность.
10. Граничные условия. Резкая граница раздела двух сред. Теория переходного слоя Друде.
11. Теория Друде–Зоммерфельда оптических свойств металлов. Оптические свойства реальных металлов.
12. Закон сохранения энергии электромагнитного поля.
13. Дисперсия в газе свободных электронов и объёмные плазмоны.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.

Лабораторное занятие 5. Отражение и преломление света на границе раздела металлических наноструктур.
План:
14. Отражение света на границе раздела металлических наноструктур.
15. Соотношение Клаузиуса–Мосотти и формула Лорентц–Лоренца.
16. Вывод формулы Лорентц–Лоренца.
17. Формулы Френеля и Зеемана.
18. Отражение и преломление света на границе раздела двух наноструктурных сред.
19. о комплексном показателе преломления.
20. Вывод амплитудных и энергетических коэффициентов Френеля для оптического отражения.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 6. Отражение и преломление света на границе раздела металлических наноструктур.
План:
21. Преломление света на границе раздела металлических наноструктур.
22. Вывод амплитудных и энергетических коэффициентов Френеля для оптического пропускания.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 7. Приближение эффективной среды.
План:
23. Теория гомогенизации.
24. Формулы смешения.
25. Формула Бруггемана.
26. Формула Максвелл-Гарнетта.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 8. Приближение эффективной среды.
План:
27. Приближение эффективной среды для наноструктур.
28. Формула Лорентц-Лоренца.
29. Квантовомеханический расчёт показателя преломления наноструктур для электрического дипольного излучения.
30. Квантовомеханический расчёт показателя преломления наноструктур для электрического квадрупольного излучения.
31. Квантовомеханический расчёт показателя преломления наноструктур для магнитного дипольного излучения.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 9. Оптические размерные резонансы в наноструктурах.
План:
32. Понятие об оптических размерных резонансов в наноструктутрах.
33. Уравнения для описания оптических размерных резонансов в наноструктурах.
34. Линейные стационарные оптические размерные резонансы в наноструктурах.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 10. Оптические размерные резонансы в наноструктурах.
План:
35. Нелинейные стационарные оптические размерные резонансы в наноструктурах.
36. Линейные нестационарные оптические размерные резонансы в наноструктурах.
37. Нелинейные нестационарные оптические размерные резонансы в наноструктурах.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Основная литература

1. Алтунин, К. К. Оптика наноструктур и наноматериалов: учебное пособие / К. К. Алтунин. - 2-е изд. - М.: Директ-Медиа, 2014. - Ч. 1. Микроскопические уравнения

электродинамики. - 82 с. - ISBN 978-5-4475-0322-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240553.
2. Алтунин, К. К. Оптика наноструктур и наноматериалов: учебное пособие / К. К. Алтунин. - 2-е изд. - М.: Директ-Медиа, 2014. - Ч. 2. Уравнения для атомных переменных. - 61 с. - ISBN 978-5-4475-0323-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240554.
3. Климов, В. В. Наноплазмоника / В. В. Климов. - М.: Физматлит, 2010. - 479 с. - ISBN 978-5-9221-1205-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69490.

Дополнительная литература

1. Рамбиди, Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Березкин. - М.: Физматлит, 2009. - 455 с. - ISBN 978-5-9221-0988-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76611.
2. Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. - 236 с. - ISBN 978-5-7638-2396-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229593.
3. Орликов, Л. Н. Основы технологии оптических материалов и изделий: учебное пособие / Л. Н. Орликов. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - Ч. 1. - 88 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209012.
4. Орликов, Л. Н. Основы технологии оптических материалов и изделий: учебное пособие / Л. Н. Орликов. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - Ч. 2. - 99 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209013.

Интернет-ресурсы

1) biblioclub.ru – ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – электронная библиотека, обеспечивающая доступ высших и средних учебных заведений, публичных библиотек и корпоративных пользователей к наиболее востребованным материалам учебной и научной литературы по всем отраслям знаний от ведущих российских издательств. Ресурс содержит учебники, учебные пособия, монографии, периодические издания, справочники, словари, энциклопедии.
2) els.ulspu.ru – сайт ЭБС Научная библиотека Ульяновского государственного педагогического университета имени И. Н. Ульянова, содержащий ссылки на образовательные (электронно-библиотечные системы, каталог библиотечных сайтов, методические рекомендации) и научные ресурсы (научные электронные библиотеки, научные электронные издательства).
3) bibl.ulspu.ru - сайт научной библиотеки Ульяновского государственного педагогического университета имени И. Н. Ульянова, содержащие электронный каталог книг и журналов.
4) Электронная библиотека портала РФФИ http://www.rfbr.ru/,
5) Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/,
6) Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ http://lib.mexmat.ru/,
7) Образовательный проект А. Н. Варгина http://www.ph4s.ru/book_nano.html,
8) Международный научно-образовательный сайт EqWorld: http://eqworld.ipmnet.ru/,
9) Электронная библиотека издательства "Венец" http://venec.ulstu.ru/lib/.
10) Интернет-версия журнала "Успехи физических наук" http://ufn.ru/.
11) Информационно-справочная и поисковая система http://www.phys.msu.ru/ официальный сайт физического факультета Московского государственного университета,
12) http://www.scirus.com/ поисковая система Scirus,

13) http://www.physics.ru/ сайт по физике интегрирует содержание учебных компьютерных курсов компании ФИЗИКОН, выпускаемых на компакт-дисках, и индивидуальное обучение через Интернет–тестирование и электронные консультации,
14) http://www.physbook.ru/ электронный учебник физики.
15) *Научная электронная библиотека*. Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp.
16) *Журналы института физики*. Режим доступа: http://www.iop.org/EJ/.
17) Журналы американского физического общества. Режим доступа: http://publish.aps.org/.
18) *База данных научных журналов*. Режим доступа: http://www.sciencedirect.com/.
19) *Книги и журналы издательства Шпрингер*. Режим доступа: http://www.springer.com/.
20) *Журналы американского оптического общества*. Режим доступа: http://www.opticsinfobase.org/.
21) *Журналы американского химического общества*. Режим доступа: http://pubs.acs.org/.
22) *Журналы королевского химического общества*. Режим доступа: http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp.
23) *Журнал «Российские нанотехнологии»*. Режим доступа: http://www.nanorf.ru/.
24) Вьюрков В. В., Гридчин В. А., Драгунов В. П. Наноэлектроника. Часть 1. Введение в наноэлектронику. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - 711 с. Электронная библиотека портала РФФИ. (Электронный ресурс. - Режим доступа: http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_27028).
25) Дубровский В. Г. Теоретические основы технологии полупроводниковых наноструктур: Учебное пособие. СПб.: СПбГПУ, 2006. - 347 с. (Электронный ресурс. - Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/346/63346).
26) Попов А. М. Вычислительные нанотехнологии: учебное пособие. М.: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ им. М. В. Ломоносова; МАКС Пресс, 2009. - 280 с. (Электронный ресурс. - Режим доступа: http://books.google.ru/books?id=IuWHXHpQGKEC&lpg=PA1&hl=ru&pg=PA1&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).
27) Моисеев С. Г., Виноградов С. В. Основы нанофизики: методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Введение в нанофизику". Ульяновск: УлГТУ, 2010. - 40 с. Электронная библиотека полнотекстовых учебных и научных изданий УлГТУ. (Электронный ресурс. - Режим доступа: http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2010/Moiseev.pdf).
28) Возианова А. В., Ходзицкий М. К. Нанофотоника. Часть 1: Учебное пособие. СПб.: НИУ ИТМО, 2013. - 94 с. (Электронный ресурс. - Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/477/80477/files/itmo1564.pdf).

Основные научные статьи, обеспечивающие курс

1. Алтунин К. К. Метод решёточных сумм для расчёта оптических характеристик металл-полимерных наноструктурных плёнок на поверхности солнечных панелей во внешнем поле оптического излучения. // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного и оптоэлектронного приборостроения, 2010. Часть 1. с. 75-79. 23-27 ноября 2010 г. / Под ред. А. С. Сигова. Москва: Издательство "Энергоатомиздат", 2010.
2. Алтунин К. К. Гигантское усиление света в нанокластерах во внешнем поле оптического излучения. // Наноструктуры и наноматериалы, 2010, N. 1, с. 5-12. Москва: Издательство "Радиотехника".
3. Гадомский О. Н., Алтунин К. К., Гадомская И. В. Гигантское усиление света в атомных кластерах. // ЖЭТФ, 2009, Т. 136, N. 1(7), с. 31-36.
4. Гадомский О. Н., Алтунин К. К., Гадомская И. В. Гигантское усиление света в атомных кластерах. // Письма в ЖЭТФ, 2009, Т. 90, N. 4, с. 266-272.
5. Балыкин В. И. Атомная оптика и нанотехнология. // Успехи физических наук. Москва, 2009. Т. 179, N. 3. с. 297-305. (Электронный ресурс. - Режим доступа: http://ufn.ru/ufn09/ufn09_3/Russian/r093g.pdf, свободный).