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.

ОПТИКА ТОНКОСЛОЙНЫХ И НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ

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 «Оптика тонкослойных и наноструктурных покрытий» 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 3-6 семестрах: Общая и экспериментальная физика, Основы теоретической физики.

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

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

Задачей освоения дисциплины является получение студентами набора знаний, умений и навыков по оптике тонкослойных и наноструктурных покрытий, которые обеспечивают полноценное освоение основных понятий и современных представлений, методов и приложений оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий. Предусматривается получение студентами основных теоретических сведений об оптических процессах в тонкослойных и наноструктурных покрытиях.

В результате изучения дисциплины «Оптика тонкослойных и наноструктурных покрытий» студент должен:

знать теорию оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий;

уметь решать задачи оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий;

владеть способами решения задач оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий.

Процесс изучения дисциплины «Оптика тонкослойных и наноструктурных покрытий» направлен на расширение научного кругозора и эрудиции студентов на базе изучения законов оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Оптика тонкослойных и наноструктурных покрытий» (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
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	ОР-1 знает теорию оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий;	ОР-2 умеет решать задачи оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий;	ОР-3 владеет способами решения задач оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий.

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					
7	2	72	12	0	20	40	зачёт
Итого:	2	72	12	0	20	40	

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
7 семестр				
Тема 1. Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах с наночастицами и нанокластерами.	2	0	4	8
Тема 2. Метод интегральных уравнений в оптике наноструктур, наноструктурных плёнок и покрытий.	2	0	2	6
Тема 3. Эффект ближнего поля в наноструктурах, наноструктурных плёнках и квантово-размерных системах.	2	0	2	6
Тема 4. Нанотрубки, фуллерены и нанообъекты в поле оптического излучения.	2	0	4	2
Тема 5. Оптические свойства наноотверстий в металлических плёнках.	2	0	4	6
Тема 6. Монослой. Графен. Графан.	2	0	4	8
Итого по 7 семестру	**12**	**0**	**20**	**40**
Всего по дисциплине:	**12**	**0**	**20**	**40**

3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса (7 семестр)

Тема 1. Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах с наночастицами и нанокластерами.

Наночастицы, наноструктурированные материалы. Методы их получения. Использование наноструктурированных материалов в современных технологиях.

Мир наночастиц. Роль микро и наночастиц в истории нашей цивилизации. Современные методы синтеза плазмонных наночастиц. Галерея наночастиц и наноструктур.

Классификация наночастиц, морфологическое разнообразие, гетероструктуры, супрамолекулярные материалы. Представления об основных функциональных свойствах материалов. Физические и химические методики получения наночастиц и наноматериалов. Их использование в науке, технике и диагностике.

Использование металлоорганики. Металлические кластеры в диэлектрической среде.

Применение ионной имплантации.

"Левые" среды. Метаматериалы. Оптическое отражение и пропускание метаматериалов.

Приближение эффективной среды.

Металл-полимерные нанокомпозиты в поле оптического излучения. Метод решёточных сумм. Экстраординарное оптическое пропускание в нанокомпозитных материалах.

Комплексный показатель преломления металл-полимерных наноструктурных плёнок.

Оптические свойства наночастиц, сделанных из наноматериалов. Оптика частиц с отрицательным показателем преломления. Оптические свойства киральных частиц. Абсолютно прозрачные нанокомпозиты.
Оптические размерные резонансы в металл-полимерных нанокомпозитных покрытиях.

Тема 2. Метод интегральных уравнений в оптике наноструктур, наноструктурных плёнок и покрытий.

Проблема расчёта поля в ближней зоне. Полевые интегральные уравнения распространения оптических волн в среде взаимодействующих атомов с учётом эффекта ближнего поля в электрическом дипольном приближении. Эффективная поляризуемость.
Интегральные полевые уравнения распространения электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении для описания оптических процессов в металл-полимерных нанокомпозитных плёнках и покрытиях. Комплексный показатель преломления наноструктур. Вывод формулы Лорентц-Лоренца. Теорема погашения Эвальда-Озеена.
Метод полевых интегральных уравнений в электрическом дипольном приближении для описания оптических процессов в наноструктурах. Лемма об эквивалентности.
Различные полевые интегральные уравнения в оптике наноструктур. Полевые интегральные уравнения распространения оптических волн в квадрупольном электрическом и магнитном дипольном приближениях. Полный момент импульса системы атомов в наноструктурах.
Интегральные полевые уравнения для нелинейных анизотропных наноструктур с учётом различных нелинейных оптических эффектов. Метод интегральных уравнений в нелинейной оптике наноструктур. Поляризация и намагниченность нелинейных анизотропных наноструктур. Поляризация и намагниченность нелинейных анизотропных наноструктур.
Некоторые эффекты в нелинейных средах. Энергия электромагнитного поля в нелинейной среде.

Тема 3. Эффект ближнего поля в наноструктурах, наноструктурных плёнках и квантово-размерных системах.

Эффект локального поля в оптике. Ближняя, средняя и волновая (дальняя) зоны.
Метод интегральных полевых уравнений в квантовой оптике наноструктур с учётом эффекта ближнего поля. Эффект ближнего поля в наноструктурах и нанокомпозитных покрытиях.
Квантовый метод вывода интегральных уравнений распространения оптических фотонов в квантово-размерных структурах с учётом эффекта ближнего поля. Система самосогласованных уравнений. Эффект самовоздействия атомов, находящихся в общем поле оптического излучения, в наноструктурах и квантово-размерных системах.
Эффект ближнего поля в диэлектрических, металлических, металл-полимерных композитных наноструктурах и нанопокрытиях, находящихся во внешнем поле оптического излучения.
Полуклассический метод вывода интегральных уравнений распространения оптических волн в квантово-размерных структурах с учётом эффекта ближнего поля.
Интегральные уравнения распространения оптических волн в среде дипольных взаимодействующих атомов с учётом эффекта ближнего поля.

Тема 4. Нанотрубки, фуллерены и нанообъекты в поле оптического излучения.

Углеродные наноструктуры в электронике. Нанотрубки. Углеродные нанотрубки. Методы получения. Фотопроводящие и физические свойства.
Резонансное взаимодействие атомов в нанотрубках и фуллеренах.
Основные представления углеродных наноструктурах. Нанотрубки, их физические свойства. Хиральность углеродных нанотрубок. Электронная структура, электронный спектр, проводимость углеродных нанотрубок. Дефекты нанотрубок. Методы получения и разделения полупроводниковых и металлических нанотрубок, структур на их основе. Полевой транзистор и одноэлектронный транзистор на нанотрубках.
Запоминающие устройства на массивах нанотрубок. Электромеханические устройства.
Фуллерены. Фуллерены, их физические свойства. Методы получения. Растворимость фуллеренов, их спектральные, фотопроводящие и теплофизические свойства.
Оптические свойства фуллеренов. Сечение поглощения с основного и возбуждённого состояний молекулы фуллерена.

Сенсибилизация органических материалов фуллеренами и нанотрубками.
Фуллерен- и нанотрубки-содержащие материалы для модуляции, пассивной записи информации и преобразования по частоте лазерного излучения. Особенности использования фуллеренсодержащих структур в ИК-диапазоне спектра. Применение нанотрубок и фуллеренов в лазерной физике и оптоинформационных системах.
Проявление эффекта оптического ограничения лазерного излучения в материалах с нанообъектами. Гигантское усиление света в атомных кластерах и кластерах наночастиц, находящихся в поле лазерного излучения.
Спектральный, энергетический и временной диапазоны взаимодействия лазерного излучения с фуллеренсодержащими средами. Инструменты нанотехнологий.
Эффективность записи тонких дифракционных решёток в фуллеренсодержащих средах.
Изменение свойств наноструктурированных материалов под действием излучения. Светоиндуцированное изменение показателя преломления. Светоиндуцированное рассеяние.
Влияние комплексообразования на нелинейное поглощение органических сред с нанообъектами.
Применение проводящих полимеров с нанообъектами, жидких кристаллов с нанообъектами, других наноструктрированных материалов в лазерной физике, оптоинформационных системах.

Тема 5. Оптические свойства наноотверстий в металлических плёнках.

Оптические свойства круглого отверстия в бесконечно тонком идеально проводящем экране (теория Бете–Боукампа).
Круглое отверстие в экране конечной толщины.
Экстраординарное прохождение света через решётки из наноотверстий.
Диаграмма направленности излучения, выходящего из наноотверстия.
Флюоресценция атомов и молекул вблизи наноотверстия.
Приложения наноплазмоники. Спектроскопия отдельных плазмонных наночастиц. Элементная база для интегральных схем на плазмонах. Приложения, основанные на влиянии наночастиц на излучение (флюоресценцию) атомов и молекул. Супер- и гиперлинзы на основе поверхностных плазмонов и метаматериалов. Покрытия-невидимки на основе плазменных метаматериалов.

Тема 6. Монослой. Графен. Графан.

Монослой. Вычисление поля вне и внутри монослоя. Метод решёточных сумм.
Система монослоёв из атомов. Метод решёточных сумм.
Система монослоёв из наночастиц. Метод решёточных сумм.
Открытие графена. Методы получения графена. Зонная структура графена. Законы дисперсии в однослойных и двухслойных графеновых структурах. Проводимость графена.
Релятивистская квантовая механика электрона. Матрицы Дирака. Представление Майорана. Симметричная форма уравнений Дирака.
Физическая модель графена на основе уравнения Дирака.
Физические свойства графена и применение. Транзисторные структуры на основе графена. Перспективы графеновой электроники.
Водородпроизводная графена – графан. Открытие графана. Кристалл графана.
Наноэлектроника и материал графан. Наноструктурные плёнки и покрытия из графена.
Коллективные электронные явления в графене и других низкоразмерных структурах.
Приборы на основе графена.
Высокотемпературная сверхпроводимость графена и графана.
Применение нанотехнологий в настоящее время (нанобатарейки, нанокатализаторы, нановолокна). Гибридные сверхпроводники – приборы на квантовых точках.

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. Вычислить показатель преломления нанокомпозитной плёнки по формуле Лоренц-Лоренца.
2. Вычислить энергетический коэффициент оптического отражения нанокомпозитной плёнки, состоящей из полимерной матрицы с включениями сферических наночастиц серебра.

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

Перечень тем рефератов

1. Два взаимодействующих наношара в поле оптического излучения
2. Оптические уравнения Блоха
3. Оптические размерные резонансы в наноструктурах
4. Эффект локального поля в нанооптике
5. Эффект ближнего поля в нанооптике
6. Компьютерное моделирование физических свойств графена
7. Компьютерное моделирование физических свойств графана
8. Компьютерное моделирование физических свойств монослоя наночастиц при помощи метода решёточных сумм
9. Метод решёточных сумм для системы монослоёв металлических наночастиц

10. Исследование системы монослоёв из атомов
11. Исследование системы монослоёв из наночастиц
12. Исследование физической модель графена на основе уравнения Дирака
13. Исследование физических свойств графена
14. Исследование физических свойств графана
15. Графен в поле оптического излучения
16. Графан в поле оптического излучения
17. Наноэлектроника и материал графан
18. Исследование наноструктурных плёнок и покрытий из графена
19. Исследование приборов на основе графена
20. Высокотемпературная сверхпроводимость графена и графана
21. Углеродные нанотрубки в поле оптического излучения
22. Фуллерены в поле оптического излучения
23. Фуллериты в поле оптического излучения
24. Отражение и пропускание оптических волн метаматериалами
25. Электролюминесценция наноструктур
26. Фотолюминесценция наноструктур
27. Фотолюминесценция квантовых нитей на поверхности пористого кремния
28. Люминесценция системы квантовых точек
29. Люминесценция системы квантовых нитей
30. Металлические наночастицы в наноструктурированных материалах
31. Нанооптика композитных наноматериалов
32. Исследование металлополимерных нанокомпозитов в поле оптического излучения
33. Наноматериалы с единичным показателем преломления
34. Наноматериалы с квазинулевым комплексным показателем преломления
35. Абсолютно прозрачные нанокомпозиты

Перечень вопросов для самоконтроля обучающимися

1. Оптика наноматериалов с наночастицами и нанокластерами.
2. Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах.
3. Приближение эффективной среды.
4. Формулы смешения.
5. Метод интегральных уравнений с учётом эффекта ближнего поля в оптике квантово-размерных систем, наноструктурных плёнок и покрытий.
6. Монослой в поле оптического излучения. Расчёт полей по методу решёточных сумм.

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 оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий; ОР-2 умеет решать задачи оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий; ОР-3 владеет способами решения задач оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий.
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 «Оптика тонкослойных и наноструктурных покрытий».

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. Оптика наноматериалов с наночастицами и нанокластерами. Наночастицы, наноструктурированные материалы. Методы их получения. Использование наноструктурированных материалов в современных технологиях. Использование металлоорганики.
2. Металлические кластеры в диэлектрической среде. Применение ионной имплантации.
3. Классификация наночастиц, морфологическое разнообразие, гетероструктуры, супрамолекулярные материалы. Представления об основных функциональных свойствах

материалов. Физические и химические методики получения наночастиц и наноматериалов. Их использование в науке, технике и диагностике.

4. "Левые" среды. Метаматериалы. Оптическое отражение и пропускание метаматериалов.
5. Полевые уравнения в электрическом дипольном приближении для описания оптических процессов в металл-полимерных нанокомпозитных плёнках и покрытиях. Объяснение отражения сигнала от наноструктурной поверхности среды. Вывод формулы Лорентц-Лоренца. Теорема погашения Эвальда-Озеена.
6. Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах. Приближение эффективной среды. Металл-полимерные нанокомпозиты в поле оптического излучения. Метод решёточных сумм. Экстраординарное оптическое пропускание в нанокомпозитных материалах. Комплексный показатель преломления металл-полимерных наноструктурных плёнок. Абсолютно прозрачные нанокомпозиты.
7. Метод интегральных уравнений в оптике наноструктурных плёнок и покрытий. Проблема расчёта поля в ближней зоне. Полевые интегральные уравнения распространения оптических волн в среде взаимодействующих атомов с учётом эффекта ближнего поля в электрическом дипольном приближении. Эффективная поляризуемость.
8. Различные полевые интегральные уравнения в оптике. Интегральные полевые уравнения для нелинейных анизотропных наноструктур с учётом различных нелинейных оптических эффектов. Поляризация и намагниченность нелинейных анизотропных наноструктур. Полный момент импульса системы атомов в наноструктурах.
9. Интегральные уравнения распределения электромагнитных волн в диэлектрических наноструктурах. Показатель преломления диэлектрических наноструктур.
10. Оптические размерные резонансы в металл-полимерных нанокомпозитных покрытиях.
11. Эффект ближнего поля в наноструктурных плёнках и квантово-размерных системах. Эффект локального поля в оптике. Ближняя, средняя и волновая (дальняя) зоны. Эффект ближнего поля в диэлектрических, металлических, металл-полимерных наноструктурах и нанокомпозитных покрытиях.
12. Метод интегральных полевых уравнений в квантовой оптике наноструктур с учётом эффекта ближнего поля. Эффект ближнего поля в наноструктурах и нанокомпозитных покрытиях.
13. Квантовый метод вывода интегральных уравнений распространения оптических фотонов в квантово-размерных структурах с учётом эффекта ближнего поля. Система самосогласованных уравнений. Эффект самовоздействия атомов, находящихся в общем поле оптического излучения, в наноструктурах и квантово-размерных системах.
14. Нанотрубки и фуллерены в поле оптического излучения. Углеродные наноструктуры в электронике. Нанотрубки. Углеродные нанотрубки. Методы получения. Фотопроводящие и физические свойства.
15. Резонансное взаимодействие атомов в нанотрубках и фуллеренах.
16. Основные представления углеродных наноструктурах. Нанотрубки, их физические свойства. Хиральность углеродных нанотрубок. Электронная структура, электронный спектр, проводимость углеродных нанотрубок. Дефекты нанотрубок. Методы получения и разделения полупроводниковых и металлических нанотрубок, структур на их основе. Полевой транзистор и одноэлектронный транзистор на нанотрубках.
17. Запоминающие устройства на массивах нанотрубок. Электромеханические устройства.
18. Фуллерены. Фуллерены, их физические свойства. Методы получения. Растворимость фуллеренов, их спектральные, фотопроводящие и теплофизические свойства.
19. Оптические свойства фуллеренов. Сечение поглощения с основного и возбужденного состояний молекулы фуллерена. Сенсибилизация органических материалов фуллеренами и нанотрубками.
20. Фуллерен- и нанотрубки-содержащие материалы для модуляции, пассивной записи информации и преобразования по частоте лазерного излучения. Особенности использования фуллеренсодержащих структур в ИК-диапазоне спектра. Применение нанотрубок и фуллеренов в лазерной физике и оптоинформационных системах.

21. Нанообъекты в поле лазерного излучения. Проявление эффекта оптического ограничения лазерного излучения в материалах с нанообъектами. Спектральный, энергетический и временной диапазоны взаимодействия лазерного излучения с фуллеренсодержащими средами. Инструменты нанотехнологий.
22. Изменение свойств наноструктурированных материалов под действием излучения. Светоиндуцированное изменение показателя преломления. Светоиндуцированное рассеяние.
23. Эффективность записи тонких дифракционных решёток в фуллеренсодержащих средах. Влияние комплексообразования на нелинейное поглощение органических сред с нанообъектами.
24. Применение проводящих полимеров с нанообъектами, жидких кристаллов с нанообъектами, других наноструктрированных материалов в лазерной физике, оптоинформационных системах.
25. Система монослоёв из атомов. Метод решёточных сумм.
26. Система монослоёв из наночастиц. Метод решёточных сумм.
27. Открытие графена. Методы получения графена. Зонная структура графена. Законы дисперсии в однослойных и двухслойных графеновых структурах. Проводимость графена. Физические свойства графена и применение. Транзисторные структуры на основе графена. Перспективы графеновой электроники.
28. Физическая модель графена на основе уравнения Дирака.
29. Графан. Водородпроизводная графена – графан. Открытие графана. Кристалл графана.
30. Наноэлектроника и материал графан. Наноструктурные плёнки и покрытия из графена. Приборы на основе графена.
31. Коллективные электронные явления в графене и других низкоразмерных структурах. Высокотемпературная сверхпроводимость графена и графана.
32. Применение нанотехнологий в настоящее время (нанобатарейки, нанокатализаторы, нановолокна). Гибридные сверхпроводники – приборы на квантовых точках.
33. Элементарная теория дисперсии. Дисперсия света. Поляризуемость атома. Положительная и отрицательная дисперсия.
34. Оптика металлов. Отражение и преломление света на поверхности металлов и в тонких плёнках. Эффект ближнего поля в металлах.
35. Взаимодействие атомов на дальних расстояниях. Классическое рассмотрение. Мультипольное разложение. Электрическое дипольное приближение.
36. Запаздывающие потенциалы. Функция Лагранжа системы взаимодействующих движущихся зарядов. Диполь-дипольное взаимодействие атомов.
37. 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.
38. 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
7	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.

Организация самостоятельной работы студентов

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.

Самостоятельная работа студентов без участия преподавателей

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:
• усвоение лекционного материала на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
• подготовка к лабораторным работам, их оформление;
• подготовка и написание рефератов на заданные темы (студенту предоставляется право выбора темы);
• составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний; перевод научных статей; подбор и изучение литературных источников;
• выполнение научных исследований;
• подготовка к участию в научно-технических конференциях.

Самостоятельная работа студентов с участием преподавателей

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:
• текущие консультации;
• получение допуска и защита лабораторных работ (во время проведения лабораторных работ);
• выбор темы реферата (в часы консультаций);
• выполнение учебно-исследовательской работы (руководство, и консультирование).
• подготовка к участию в научно-технических конференциях (руководство, и консультирование).

Общие сведения об организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов проводится в объёмах, предусмотренных учебным планом, и регламентируется выдачей тем рефератов или научных докладов на лекционных и лабораторных занятиях с проверкой исполнения на последующих занятиях или консультациях. При выполнении рефератов руководство самостоятельной работой студентов осуществляется в форме консультаций.

Основное назначение методических рекомендаций – дать возможность каждому студенту перейти от деятельности, выполняемой под руководством преподавателя, к деятельности, организуемой самостоятельно, а также к полной замене контроля со стороны преподавателя самоконтролем. Цель самостоятельной работы студентов – научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

Лекционный курс (7 семестр)

Лекция 1. Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах с наночастицами и нанокластерами.
Лекция 2. Метод интегральных уравнений в оптике наноструктур, наноструктурных плёнок и покрытий.
Лекция 3. Эффект ближнего поля в наноструктурах, наноструктурных плёнках и квантово-размерных системах.

Лекция 4. Нанотрубки, фуллерены и нанообъекты в поле оптического излучения.
Лекция 5. Оптические свойства наноотверстий в металлических плёнках.
Лекция 6. Монослой. Графен. Графан.

Темы лабораторных занятий (7 семестр)

Лабораторное занятие 1. Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах с наночастицами и нанокластерами.
План:
1. Теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах.
2. Теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах с наночастицами.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 2. Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах с наночастицами и нанокластерами.
План:
3. Квантовая поляризуемость нанокластера.
4. Интенсивность оптического излучения нанокластера.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 3. Метод интегральных уравнений в оптике наноструктур, наноструктурных плёнок и покрытий.
План:
5. Метод интегральных уравнений в оптике.
6. Расчёт результирующего поля в нанокомпозитной плёнке по методу интегральных уравнений.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 4. Эффект ближнего поля в наноструктурах, наноструктурных плёнках и квантово-размерных системах.
План:
7. Эффект локального поля.
8. Эффект ближнего поля.
9. Эффект ближнего поля в наноструктурной плёнке.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 5. Нанотрубки, фуллерены и нанообъекты в поле оптического излучения.
План:
10. Нанотрубки.
11. Нанотрубки в поле оптического излучения.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 6. Нанотрубки, фуллерены и нанообъекты в поле оптического излучения.
План:
12. Фуллерены.
13. Нанообъекты в поле оптического излучения.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 7. Оптические свойства наноотверстий в металлических плёнках.
План:
14. Металлические плёнки с наноотверстиями.
15. Дифракция оптического излучения на наноотверстии.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 8. Оптические свойства наноотверстий в металлических плёнках.
План:
16. Металлические плёнки с периодически расположенными наноотверстиями.
17. Металлические плёнки с наноотверстиями в поле оптического излучения..

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.
Лабораторное занятие 9. Монослой. Графен. Графан.
План:

18. Задача о монослое наночастиц.
19. Вывод амплитудных коэффициентов оптического отражения и пропускания монослоя сферических наночастиц.
20. Связь энергетических и амплитудных коэффициентов оптического отражения и пропускания монослоя сферических наночастиц.

Обсуждение на лабораторном занятии тем, выделенных на лекции.

Лабораторное занятие 10. Монослой. Графен. Графан.

План:

21. Графен.
22. Графан.

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 ; [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 ; [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; [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69490.
4. 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; [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229593.

Дополнительная литература

1. Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие / под ред. Ю.П. Солнцева. - Санкт-Петербург : Химиздат, 2009. - 336 с. - ISBN 978-5-93808-177-2 ; [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98343.
2. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. - Москва : Физматлит, 2010. - 454 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1 ; [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876.
3. Дисперсно-наполненные полимерные нанокомпозиты : монография / Г.В. Козлов, Г.Е. Заиков, О.В. Стоянов, А.М. Кочнев ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический институт». - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. - 125 с. - ISBN 978-5-7882-1315-6 ; [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258354.
4. Колмаков, А. Г. Основы технологий и применение наноматериалов: монография / А. Г. Колмаков, С. М. Баринов, М. И. Алымов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 208 с. - ISBN 978-5-9221-1408-0; [Электронный ресурс]. - URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=852369.

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/, http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm EqWorld – мир математических уравнений. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека. Электронная библиотека содержит DjVu- и PDF-файлы учебников, учебных пособий, сборников задач и упражнений, конспектов лекций, монографий, справочников и диссертаций по математике, механике и физике. Все материалы присланы авторами и читателями или взяты из Интернета (из www архивов открытого доступа),
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).
29) Вартанян Т. А. Основы физики металлических наноструктур: учебное пособие. СПб.: НИУ ИТМО, 2013. - 133 с. - URL: http://window.edu.ru/resource/374/80374/files/itmo1467.pdf.
30) Брусенцов Ю. А. Материалы твёрдотельной микро- и наноэлектроники: учебное пособие / Ю. А. Брусенцов, А. М. Минаев, И. С. Филатов. Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012. - 80 с. - URL: http://window.edu.ru/resource/058/80058/files/brusen.pdf.
31) Нагорнов Ю. С. 101 вопрос о нанотехнологиях: учебное пособие. Тольятти: ТГУ, 2012. - 110 с. - URL: http://window.edu.ru/resource/126/80126/files/nagornov_nano_101.pdf.
32) Балыкин В. И. Атомная оптика и нанотехнология. // Успехи физических наук. Москва, 2009. Т. 179, № 3. с. 297-305. (Электронный ресурс. - Режим доступа: http://ufn.ru/ufn09/ufn09_3/Russian/r093g.pdf).

Основные научные статьи, обеспечивающие курс

1. Гадомский О. Н., Ушаков Н. М., Алтунин К. К. Идеальное оптическое просветление композитных плёнок, активированных сферическими наночастицами. // Письма в ЖЭТФ, 2009. Т. 90, N. 4, с. 273-278.
2. Гадомский О. Н., Алтунин К. К., Ушаков Н. М., Кособудский И. Д., Подвигалкин В. Я., Кульбацкий Д. М. Высокоэффективные просветляющие наноструктурные оптические покрытия для солнечных элементов. // ЖТФ, 2010, Т. 80, выпуск 7, с. 83-89.
3. Алтунин К. К. Гигантское усиление света в металл-полимерных нанокомпозитных пленках, активированных металлическими наночастицами и наноагрегатами. // Наноструктуры и наноматериалы, 2010, N.2, с. 3-8. Издательство "Радиотехника".
4. Altunin K. K., Gadomsky O. N. High-negative effective refractive index of silver nanoparticles system in nanocomposite films. // Optics Communications, 2012, Vol. 285, pp. 816-820.
5. Алтунин К. К. Квантовая теория с применением методов решёточных сумм и интегральных уравнений для объяснения эффекта увеличения когерентного оптического пропускания в нанокомпозитных плёнках с монослоями из наночастиц серебра, находящихся во внешнем поле оптического излучения. // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения, 2011. Часть 1, с. 7-10. Под редакцией члена-корреспондента РАН А. С. Сигова. Москва: МГТУ МИРЭА – ИРЭ РАН, 2011.
6. 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.
7. Алтунин К. К. Эффект идеального оптического просветления в новых наноматериалах с квазинулевыми значениями комплексного показателя преломления. // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения, 2011. Часть 1, с. 11-14. Под редакцией члена-корреспондента РАН А. С. Сигова. Москва: МГТУ МИРЭА – ИРЭ РАН, 2011.
8. Алтунин К. К. Исследование режимов когерентного оптического пропускания и усиления света в металл-полимерных и полимер-полимерных наноструктурах, нанопленках и антибликовых покрытиях из новых наноматериалов с включениями наночастиц из благородных металлов, находящихся во внешнем поле оптического излучения. // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения, 2011. Часть 2, с. 7-10. Под редакцией члена-корреспондента РАН А. С. Сигова. Москва: МГТУ МИРЭА – ИРЭ РАН, 2011.
9. Алтунин К. К. Эффект идеального оптического просветления в новых наноматериалах с квазинулевыми значениями комплексного показателя преломления. // Фундаментальные

проблемы радиоэлектронного приборостроения, 2011. Часть 1, с. 11-14. Под редакцией члена-корреспондента РАН А. С. Сигова. Москва: МГТУ МИРЭА – ИРЭ РАН, 2011.
10. Алтунин К. К. Эффект ближнего поля в квантовых системах. // Межвузовский сборник научных трудов "Радиоэлектронная техника". Ульяновск: УлГТУ, 2010. с. 58-64.