Министерство образования и науки 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
_____ И. О. Петрищев
«_30_» _августа_____ 2017 г.

ОПТИКА ТОНКОСЛОЙНЫХ И НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Программа учебной дисциплины вариативной части

для направления подготовки
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
(шифр и наименование)
направленность (профиль) образовательной программы
Физика. Информатика
(очная форма обучения)

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

Рассмотрено и утверждено на заседании учёного совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от «_04_» _июля_____2017 г. №_11_

Ульяновск, 2017

1. Наименование дисциплины

Дисциплина "Оптика тонкослойных и наноструктурных покрытий" включена в вариативную часть Блока 1 Дисциплины (модули) 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. Информатика», очной формы обучения.

Рабочая программа учебной дисциплины "Оптика тонкослойных и наноструктурных покрытий" составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утверждённого Министерством образования и науки Российской Федерации от 9.02.2016 года № 91 и в соответствии с учебным планом подготовки бакалавров, форма обучения - очная, направление подготовки бакалавров специальности 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль Физика, Информатика.

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

Цель дисциплины – подготовка специалистов, владеющих современными теоретическими знаниями, экспериментальными методами научно-исследовательской работы и прикладной деятельности в области физики и оптики твёрдого тела и наноструктур. Цель курса – дать современные представления о физических свойствах наноструктур.

Задачи дисциплины – получение студентами набора знаний, умений и навыков по тем разделам квантовой физики и оптики твёрдого тела, которые обеспечивают полноценное освоение основных понятий, методов и приложений оптики наноструктур. Предусматривается получение студентами сведений о различных типах кристаллических и некристаллических твёрдых тел, их электронных и колебательных подсистемах, об элементарных возбуждениях и взаимодействиях между ними, о свойствах границ твёрдых тел и об основных типах оптических процессов.

Другая задача дисциплины – изложить теоретические методы описания физических свойств наноструктур. Изучение дисциплины даст студенту знания о моделях колебательных состояний в сверхрешётках, оптических свойствах квантовых ям, особенностях электронных свойств нитридов, принципах работы приборов на основе наноструктур.

Изучение элементов и приборов наноэлектроники, принципов их построения, механизмов токопереноса, теоретических и технологических пределов уменьшения размеров, основ проектирования элементов наноэлектроники.

В результате изучения дисциплины студенты должны получить знания вопросов классификации твёрдых тел, основных понятий и методов описания кристаллических решёток, межатомных взаимодействий, различных типов колебаний решётки, электронной зонной структуры, электрон-колебательного взаимодействия, физики твердотельной плазмы, физика поверхности, оптических свойства в широком спектральном диапазоне от инфракрасного до ультрафиолетового. Предполагается умение самостоятельно работать с учебной и научной литературой по указанному кругу вопросов, выполнять качественные и количественные оценки параметров, характеризующих изученные в рамках данного комплекса свойства твёрдых тел, включая, в первую очередь, оптические свойства. Должны быть приобретены навыки экспериментальной работы в области электрических, оптических и электрооптических свойств твёрдых тел, фотофизики поверхностных явлений.

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

знать:

основные принципы оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий; физические свойства систем с пониженной размерностью, метод огибающей волновой функции для описания электронных состояний в гетероструктурах; квантовый целочисленный и дробный эффекты Холла; магнитные сверхрешётки и гигантское магнетосопротивление; понятийный аппарат (терминологию) дисциплины; принципы построения, конструкции, модели и методы

моделирования сверхбыстродействующих гетеропереходных транзисторов, транзисторов с резонансным туннелированием, транзисторов на основе эффектов Штарка и Ааронова-Бома, одноэлектронных и спиновых транзисторов, элементов на переходах Джозефсона; технологические операции, обеспечивающие нанометровые размеры интегральных элементов, методы проектирования интегральных устройств на основе наноструктур.

уметь:

использовать основные теоретические методы для расчёта оптических характеристик наноструктурных плёнок и нанокомпозитных покрытий; разбираться в магнитном и электростатическом эффектах Бома-Ааронова, выполнять квантование зонного электронного спектра, анализировать сверхрешётки и блоховские осцилляции, разбираться в лазерах на квантовых ямах и точках;

владеть:

методами расчёта наноэлектронных приборов, методами исследования физических свойств наноструктур, методами теоретического анализа физических процессов наноэлектроники;

иметь:

- способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (в соответствии с целями дисциплины "Оптика тонкослойных и наноструктурных покрытий"); - способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе и тех, которые находятся на передовом рубеже физики нанотехнологий и наноразмерных структур;
- способность демонстрировать навыки работы в научном коллективе, готовность генерировать, оценивать и использовать новые идеи (креативность), способность находить творческие, нестандартные решения профессиональных и социальных задач;
- способность вскрыть физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, провести их качественный и количественный анализ;
- способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовность к профессиональному росту, к активному участию в научной и инновационной деятельности, конференциях, выставках и презентациях,
- способность критически анализировать современные проблемы физики нанотехнологий и наноразмерных структур, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты;
- способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств;
- готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов;
- способность представлять результаты исследования в формах отчётов, рефератов, публикаций и презентаций,
- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности;
- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, пополнению своих знаний в области современных проблем технической физики и смежных наук, готовность к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности;
- готовность к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности; способность свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения;

- способность использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, готовность оценивать качество результатов деятельности;
- способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности;
- способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение.

Процесс изучения дисциплины "Оптика тонкослойных и наноструктурных покрытий" направлен на расширение научного кругозора и эрудиции студентов на базе изучения законов физики низкоразмерных полупроводниковых структур для последующего использования их при создании приборов наноэлектроники, твердотельной электроники и в технологии микроэлектроники и наноэлектроники.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения

Этап формирования / Компетенции	теоретический	модельный	практический
	знает	умеет	владеет
готовностью реализовывать образовательные программы по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов (ПК-1)	ОР-1 теорию оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий;	ОР-2 решать задачи оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий;	ОР-3 способами решения задач оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий.

В настоящее время развивается система нанотехнологической подготовки в рамках педагогических специальностей физико-математического профиля. В связи с этим проблема описания оптических свойств тонкослойных и наноструктурных плёнок и покрытий занимает одно из основных мест в современной оптике. В лекционном курсе содержатся базовые знания о современном состоянии оптики композитных наноструктурных плёнок с включениями из наночастиц. В рамках курса студенты познакомятся с основами физических принципов оптики наноструктурных покрытий, теоретическими моделями оптических процессов в наноструктурных плёнках, методами получения и исследования нанокомпозитных плёнок и различных наноматериалов, сферой их применения в оптике. Дисциплина готовит к возможности проведения фундаментальных исследований в области оптики наноструктур, нанопокрытий и наноматериалов.

Нанотехнология является междисциплинарной наукой, находящейся на стыке физики, химии, биологии, математики, вычислительной техники, материаловедения и других областей знания.

Промышленная реализация нанотехнологических процессов в значительной мере сдерживается нехваткой научных и инженерно инженерно-технических кадров, способных разрабатывать внедрять конкретные технологии. Это сказывается и на стадии принятия управленческих решений, и при отработке технологических режимов, и в реализации производственных процессов.

Очевидно, что задача подготовки специалистов не может быть решена путём открытия новых специальностей в каждой предметной области, ибо нанотехнологии охватывают практически все отрасли науки и производства, включая машиностроение, электронику, авиацию, космонавтику, транспорт, энергетику, медицину, сельское хозяйство, охрану окружающей среды и т.д.

Предлагаемая концепция заключается в создании системы нанотехнологической подготовки в рамках действующих специальностей и направлений таким образом, чтобы каждый выпускник вуза физико-математического или педагогического профиля владел основами построения и реализации нанотехнологических процессов и был готов к конкретной работе по изучению проблемы и её внедрению в сфере своей профессиональной деятельности.

Одним из направлений реализации концепции является введение общих интегрированных курсов по нанопроцессам и нанотехнологиям для физико-математических специальностей в рамках дисциплин по выбору.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина "Оптика тонкослойных и наноструктурных покрытий" является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули) 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. Информатика», очной формы обучения (Б1.В.ДВ.20.2)

Дисциплина "Оптика тонкослойных и наноструктурных покрытий" является одной из специальных при подготовке бакалавров. Читается для студентов очной формы обучения.

Для освоения данной дисциплины необходимы знания, полученные в рамках общего курса физики, курсов теоретической механики, электродинамики, квантовой механики, а также математических дисциплин — линейной алгебры, анализа, теории функций комплексного переменного. В свою очередь, знания, умения и навыки, полученные в рамках данного курса, используются при изучении курсов по нанофизике, нанооптике и нанотехнологиям, по оптической спектроскопии, в том числе, нелинейной, конденсированных сред. Дисциплина базируется на курсах электродинамики, квантовой механики, статистической физики.

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

Номер семестра	Вид учебной работы								
	Учебные занятия								Форма итоговой аттестации
	Общая трудоёмкость дисциплины		Аудиторные занятия				Самостоятельная работа, час	В том числе объём учебной работы с применением интерактивных форм	
	Зач. ед.	Часы	Всего, час	Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час			
10	3	108	48	18	0	30	60	10	зачёт
Итого:	3	108	48	18	0	30	60	10 (21 %)	

Дисциплина "Оптика тонкослойных и наноструктурных покрытий" планируется для студентов 5-го курса физико-математического факультета (10-й семестр) и рассчитана на 3 зачётные единицы (108 часов): лекции – 18 часов, лабораторные занятия – 30 часов. Учебный план предусматривает самостоятельную работу студентов (60 часов) и зачёт. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 108 часов.

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

5.1. Указание тем (разделов) и отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование раздела дисциплины (с разбивкой на модули)	Количество часов по формам организации обучения					Всего
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Объём учебной работы с применением интерактивных форм	
Тема 1. Оптика наноматериалов с наночастицами и нанокластерами.	2	0	4	4	0	10
Тема 2. Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах.	2	0	4	4	0	10
Тема 3. Метод интегральных уравнений в оптике наноструктур, наноструктурных плёнок и покрытий.	2	0	4	4	0	10
Тема 4. Эффект ближнего поля в наноструктурах, наноструктурных плёнках и квантово-размерных системах.	2	0	4	4	0	10
Тема 5. Нанотрубки и фуллерены в поле оптического излучения.	2	0	2	13	0	17
Тема 6. Нанообъекты в поле лазерного излучения.	2	0	2	14	0	18
Тема 7. Оптические свойства наноотверстий в металлических плёнках.	2	0	6	10	6	18
Тема 8. Монослой. Графен.	2	0	2	4	2	8
Тема 9. Графан.	2	0	2	3	2	7
Общая трудоёмкость (час.)	18	0	30	60	10 (21 %)	108

5.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

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.

Тема 2. Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах.
"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 3. 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 4. 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 5. Нанотрубки и фуллерены 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.

Тема 6. Нанообъекты в поле лазерного излучения.
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 7. 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 8. 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.

Тема 9. Графан.
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.

Лекционный курс

Лекция 1. Оптика наноматериалов с наночастицами и нанокластерами.

Лекция 2. Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах.

Лекция 3. Метод интегральных уравнений в оптике наноструктур, наноструктурных плёнок и покрытий.

Лекция 4. Эффект ближнего поля в наноструктурах, наноструктурных плёнках и квантово-размерных системах.

Лекция 5. Нанотрубки и фуллерены в поле оптического излучения.

Лекция 6. Нанообъекты в поле лазерного излучения.

Лекция 7. Оптические свойства наноотверстий в металлических плёнках.

Лекция 8. Монослой. Графен.

Лекция 9. Графан.

Темы лабораторных занятий

1. Оптика наноматериалов с наночастицами и нанокластерами. Эффективная поляризуемость нанокластера. Интенсивность электрического дипольного излучения нанокластера. Интерактивная форма: творческие задания, дискуссия.
2. Оптика наноматериалов с наночастицами и нанокластерами. Эффективная поляризуемость нанокластера. Интенсивность электрического дипольного излучения нанокластера.
3. Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах. Приближение эффективной среды. Формулы смешения. Элементы теории спонтанного излучения и флюоресценции атомов и молекул в присутствии нанотел. Влияние нанотел на скорость спонтанного излучения атома или молекулы. Влияние нанообъектов на флюоресценцию молекул. Интерактивная форма: творческие задания, ситуационный анализ (разбор конкретных ситуаций), дискуссия.
4. Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах. Приближение эффективной среды. Формулы смешения. Элементы теории спонтанного излучения и флюоресценции атомов и молекул в присутствии нанотел. Влияние нанотел на скорость спонтанного излучения атома или молекулы. Влияние нанообъектов на флюоресценцию молекул.
5. Метод интегральных уравнений в оптике наноструктурных плёнок и покрытий. Интерактивная форма: творческие задания, дискуссия.
6. Метод интегральных уравнений в оптике наноструктурных плёнок и покрытий.
7. Эффект ближнего поля в наноструктурных плёнках и квантово-размерных системах. Сфера Лоренца. Лемма об эквивалентности выбора поверхности интегрирования. Интерактивная форма: творческие задания, дискуссия.
8. Эффект ближнего поля в наноструктурных плёнках и квантово-размерных системах. Сфера Лоренца. Лемма об эквивалентности выбора поверхности интегрирования.
9. Нанотрубки и фуллерены в поле оптического излучения. Сенсибилизированная люминесценция. Интерактивная форма: метод проектов, дискуссия.
10. Нанообъекты в поле лазерного излучения. Изменение свойств наноструктурированных материалов под действием излучения. Светоиндуцированное изменение показателя преломления. Светоиндуцированное рассеяние. Интерактивная форма: метод проектов, творческие задания, дискуссия.
11. Оптические свойства наноотверстий в металлических плёнках. Интерактивная форма: метод проектов, творческие задания, дискуссия.
12. Оптические свойства наноотверстий в металлических плёнках.
13. Оптические свойства наноотверстий в металлических плёнках.
14. Монослой в поле оптического излучения. Расчёт полей по методу решёточных сумм. Графен. Релятивистская квантовая механика электрона. Матрицы Дирака. Представление Майорана. Уравнение Дирака. Симметричная форма уравнений Дирака. Разделение переменных в центральном поле. Расчёт зонной структуры графена. Интерактивная форма: творческие задания, дискуссия.

15. Графан. Водородоподобная модель примеси. Интерактивная форма: творческие задания, дискуссия.

Интерактивная форма: метод портфолио (на протяжении всего семестра).

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

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

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

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:

- подготовка к устным докладам по теории;
- решение домашних задач;
- 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.

Перечень учебно-методических изданий кафедры по вопросам организации самостоятельной работы обучающихся

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.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение бакалаврам комплекса теоретических знаний, но на выработку у них 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 необходимо 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.

Все компетенции по данной дисциплине формируются на начальном (пороговом) уровне.

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

Типы контроля:

Текущая аттестация: представлена следующими работами: практическими занятиями.

Достоинства предложенной системы проведения аттестации: систематичность, непосредственно коррелирующаяся с требованием постоянного и непрерывного мониторинга качества обучения, а также возможность балльно-рейтинговой оценки успеваемости бакалавра.

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

7.1. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы:

Компетенции	Этапы формирования компетенций	Показатели формирования компетенции - образовательные результаты (ОР)		
		Знать	Уметь	Владеть
ПК-1 готовностью реализовывать образовательные программы по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов	Теоретический (знать) нормативно-правовые и концептуальные базы содержания предпрофильного и профильного обучения; сущности и структуры образовательных программ по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов	ОР-1 основные принципы и законы оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий		
	Модельный (уметь) осуществлять анализ образовательных программ по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов; определять структуру и содержание образовательных программ по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов		ОР-2 решать задачи оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий	
	Практический (владеть) методами планирования образовательных программ по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов			ОР-3 навыками проведения расчётов в оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

№ п/п	РАЗДЕЛЫ (ТЕМЫ) ДИСЦИПЛИНЫ	СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ, используемые для текущего	Показатели формирования

		оценивания показателя формирования компетенции	компетенции (ОР)		
			1	2	3
			ПК-1		
1	Квантовая теория оптических процессов в нанокомпозитных материалах с наночастицами и нанокластерами.	ОС-1 устный опрос, ОС-4 эвристическая беседа,	+		
2	Метод интегральных уравнений в оптике наноструктур, наноструктурных плёнок и покрытий.	ОС-1 устный опрос по теории, ОС-2 разноуровневые задачи и задания, ОС-3 физический диктант, ОС-4 эвристическая беседа, ОС-7 контрольная работа	+	+	+
3	Эффект ближнего поля в наноструктурах, наноструктурных плёнках и квантово-размерных системах.	ОС-1 устный опрос, ОС-2 разноуровневые задачи и задания, ОС-3 физический диктант, ОС-4 эвристическая беседа, ОС-5 групповое обсуждение, ОС-7 контрольная работа	+	+	+
4	Нанотрубки, фуллерены и нанообъекты в поле оптического излучения.	ОС-1 устный опрос, ОС-2 разноуровневые задачи и задания, ОС-3 физический диктант, ОС-4 эвристическая беседа, ОС-7 контрольная работа	+	+	+
5	Оптические свойства наноотверстий в металлических плёнках.	ОС-1 устный опрос, коллоквиум ОС-2 разноуровневые задачи и задания, ОС-3 физический диктант, ОС-4 эвристическая беседа, ОС-7 контрольная работа	+	+	+
6	Монослой. Графен. Графан.	ОС-1 устный опрос, коллоквиум ОС-2 разноуровневые задачи и задания, ОС-3 физический диктант, ОС-4 эвристическая беседа, ОС-6 защита реферата, ОС-7 контрольная работа	+	+	+
	Промежуточная аттестация	ОС-8 зачёт в форме устного собеседования по вопросам			

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

Критерии и шкалы оценивания

ОС-1 Устный опрос, коллоквиум
Критерии и шкала оценивания

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Изложение полученных знаний неполное, однако, это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправление с помощью преподавателя.	Теоретический (знать)	3
Изложение полученных знаний в устной форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них.		4
Изложение полученных знаний в устной форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы.		5
Всего:		5

ОС-2 Разноуровневые задачи и задания

Критерии и шкала оценивания

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Применение полученных знаний в письменной форме неполное, однако, это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправление с помощью преподавателя.	Теоретический (знать)	3
Применение полученных знаний в письменной форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них.		4
Применение полученных знаний в письменной форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы.		5
Всего:		5

ОС-3 Физический диктант

Критерии и шкала оценивания

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
знает формулы оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий	Теоретический (знать)	1
Всего:		1

ОС-4 Эвристическая беседа

Критерии и шкала оценивания

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Работа с информацией	Теоретический (знать)	2
Содержание высказывания на основе научного мышления, анализа и синтеза		3
Всего:		5

ОС-5 Групповое обсуждение

Критерии и шкала оценивания

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Работа с информацией	Теоретический (знать)	1
Содержание высказывания на основе научного мышления, анализа и синтеза		1
Самостоятельная оценка ситуации на основе теоретических знаний	Модельный (уметь)	3
Всего:		5

ОС-6 Защита реферата

Критерии и шкала оценивания

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Теоретические основы разрабатываемого вопроса	Теоретический (знать)	6
Самостоятельная оценка ситуации на основе теоретических знаний	Модельный (уметь)	4
Владеет навыками анализа научной литературы	Практический (владеть)	2
Всего:		12

ОС-7 Контрольная работа

Контрольная работа – задания по вариантам на 90 минут, направленные на проверку уровня усвоения теоретических знаний по изученным темам. Максимальный балл – 32.

Критерии и шкала оценивания

Критерий	Этапы формирования компетенций	Шкала оценивания (количество баллов)
удовлетворительно знает теоретические основы оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий	Теоретический (знать)	20-23
хорошо знает теоретические основы оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий	Теоретический (знать)	24-28
отлично знает теоретические основы оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий	Теоретический (знать)	29-32
Всего		32

ОС-8 Зачёт в устной форме

При проведении зачёта учитывается уровень знаний обучающегося при ответах на вопросы (теоретический этап формирования компетенций), умение обучающегося отвечать на дополнительные вопросы по применению теоретических знаний на практике и по

выполнению обучающемся заданий текущего контроля (модельный этап формирования компетенций).

Критерии и шкала оценивания экзамена

Критерий	Этапы формирования компетенций	Шкала оценивания (количество баллов)
Обучающийся перечисляет основные понятия темы, допускает погрешности в ответе на зачёте и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя	Теоретический (знать)	20-23
Обучающийся знает основные понятия темы, даёт их определения, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, показывает систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Теоретический (знать)	24-28
Обучающийся умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой.	Модельный (уметь)	29-32

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЁТА

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.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенции

Краткая характеристика процедуры реализации текущего и промежуточного контроля для оценки компетенций обучающихся представлена в таблице.

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика процедуры оценивания компетенций	Представление оценочного средства в фонде
1.	Устный опрос, коллоквиум	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой устный ответ по изученному теоретическому материалу определённой учебной темы. Устный опрос по основным терминам может проводится в начале (или конце) лекционного или практического занятия в течение 5-20 мин. Либо устный опрос проводится в течение всего практического занятия по заранее выданной тематике. Выбранный преподавателем студент может отвечать с места либо у доски.	Перечень тем дисциплины, перечень вопросов для самоконтроля
2.	Разноуровневые задачи и задания	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой решение задачи по определённой учебной теме. Деятельность обучающихся под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные задачи.	Задачи в сборниках задач
3.	Физический диктант	Направлен на развитие теоретического мышления по учебной дисциплине	Перечень вопросов для самоконтроля
4.	Эвристическая беседа	Направлена на развитие теоретического мышления и поисковых навыков по учебной дисциплине	Перечень тем дисциплины

5.	Групповое обсуждение	Осуществляется по итогам каждого занятия. Обсуждение - оценочное средство, позволяющее включить обучающихся в процесс обсуждения представленной темы, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения	Перечень тем дисциплины, перечень вопросов для самоконтроля
6.	Защита реферата	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Доклад - продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-исследовательской или научной темы. Тематика рефератов (докладов) выдается на первом занятии, выбор темы осуществляется студентом самостоятельно. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. На подготовку даётся одна неделя. Результаты озвучиваются на втором практическом занятии, регламент – 7 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие студенты группы. Реферат соответствует теме, выдержана структура реферата, изучено 85-100 % источников, выводы чётко сформулированы	Темы рефератов
7.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определённого типа по теме или разделу. Контрольная работа выполняется в письменной форме по задачам курса. Регламент – 90 минут на работу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
8.	Зачёт в форме устного собеседования по вопросам	Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. При выставлении оценки «зачтено»/«не зачтено» учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Компонент «знать» оценивается теоретическими вопросами по содержанию дисциплины, компоненты «уметь» и «владеть» - практико-ориентированными заданиями.	Комплект примерных вопросов к зачёту.

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

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Критерии оценок знаний студентов на экзаменах разработаны на основе инструктивного письма Министерства образования и науки.

Контроль учебной работы студентов во всех формах направлен на объективный и систематический анализ хода изучения и усвоения будущими бакалаврами учебно-программного материала в полном соответствии с требованиями утверждённых в установленном порядке квалификационных характеристик, учебных планов и программ.

Контроль учебной работы студентов в межсессионный период осуществляется в ходе аудиторных учебных занятий по расписанию, в проведении контрольных работ, семинаров и индивидуальных заданий и аттестаций студентов по всем предметам дважды в год. Итоги аттестации обсуждаются на собрании в группах и на заседании кафедры.

№ п/п	Вид деятельности	Максимальное количество баллов
1.	Посещение лекций	6
2.	Посещение занятий	10
3.	Работа на занятии: - самостоятельная работа; - отчётность по теоретическим вопросам; - работа у доски, решение задач; - результат выполнения домашней работы; - защита реферата и научных проектов.	180
4.	Контрольные работы	64
5.	Зачёт	32
	Итого: 3 зачётные единицы	300

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

Семестр		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Контрольные работы	Зачёт
10	Разбалловка по видам работ	9 * 1=9 баллов	15 * 1=15 баллов	15 * 12=180 баллов	64 балла	32 балла
	Суммарный максимальный балл	9 баллов	24 балла	204 балла	268 баллов	300 баллов

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

	3 зачётные единицы
"зачтено"	более 90
"не зачтено"	90 и менее

Критерии зачёта:

"Зачтено" (61-200 баллов).

Глубоко, осмысленно усвоил в полном объёме учебно-программный материал по дисциплине, излагает его на высоком научно-теоретическом уровне, успешно выполнил предусмотренные в программе задания, изучил обязательную литературу. Полно раскрыл содержание материала в объёме, предусмотренном программой, усвоил основную

литературу, рекомендованную в программе. Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, компетенции по дисциплине, необходимые умения и практические навыки в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены. Изложил материал грамотным языком, владеет терминологией и символикой дисциплины. Владеет современными методами оптики тонкослойных и наноструктурных покрытий, способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе учебной работы. Умеет творчески подтвердить теоретические положения соответствующими примерами, схемами, расчётами. Умеет применять теоретические знания к решению практических задач.

"Не зачтено" (0-60 баллов).
Обнаружил пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые компетенции по дисциплине, умения и практические навыки не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не привела к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий. При ответе допускает существенные ошибки и неточности, нарушения логической последовательности изложения материала, недостаточную аргументацию теоретических положений.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой 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. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. - Москва : Физматлит, 2010. - 454 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876.
4. Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие / под ред. Ю.П. Солнцева. - Санкт-Петербург : Химиздат, 2009. - 336 с. - ISBN 978-5-93808-177-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98343.
5. 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.

Дополнительная литература

1. 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.
2. Серова, В.Н. Оптические и другие материалы на основе прозрачных полимеров : монография / В.Н. Серова ; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный технологический университет". - Казань : КГТУ, 2010. - 538 с. - ISBN 978-5-7882-0866-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270574.
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. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1315-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258354.
4. Звонарев, С. В. Моделирование структуры и свойств наносистем: учебно-методическое пособие / С. В. Звонарев, В. С. Кортов, Т. В. Штанг; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 121 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1203-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276022.
5. Колмаков, А. Г. Основы технологий и применение наноматериалов: монография / А. Г. Колмаков, С. М. Баринов, М. И. Алымов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 208 с. - ISBN 978-5-9221-1408-0. URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=852369.
6. Полимерные нанокомпозиты / под ред. М. Ю-Винга, Ю. Жонг-Женг ; пер. А.Е. Грахов. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2011. - 688 с. - (Мир материалов и технологий). - ISBN 978-5-94836-203-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115690.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

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 GOOGLE: http://books.google.ru/,
10) Электронная библиотека издательства "Венец" http://venec.ulstu.ru/lib/.
11) Интернет-версия журнала "Успехи физических наук" http://ufn.ru/.
12) Информационно-справочная и поисковая система http://www.phys.msu.ru/ официальный сайт физического факультета Московского государственного университета,
13) http://www.scirus.com/ поисковая система Scirus,
14) 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,

15) http://www.physbook.ru/ электронный учебник физики.
16) Научная электронная библиотека. Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp.
17) Журналы института физики. Режим доступа: http://www.iop.org/EJ/.
18) Журналы американского физического общества. Режим доступа: http://publish.aps.org/.
19) База данных научных журналов. Режим доступа: http://www.sciencedirect.com/.
20) Книги и журналы издательства Шпрингер. Режим доступа: http://www.springer.com/.
21) Журналы американского оптического общества. Режим доступа: http://www.opticsinfobase.org/.
22) Журналы американского химического общества. Режим доступа: http://pubs.acs.org/.
23) Журналы королевского химического общества. Режим доступа: http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp.
24) Журнал «Российские нанотехнологии». Режим доступа: http://www.nanorf.ru/.
25) 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).
26) 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).
27) 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).
28) 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).
29) 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).
30) 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.
31) 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.
32) 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.
33) 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.

Электронные библиотечные системы (ЭБС), с которыми сотрудничает ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова»

№	Название ЭБС	№, дата договора	Срок использования	Количество пользователей
1	ЭБС Znanium.com	Договор № 2304 от 19.05.2017	с 31.05.2017 по 31.05.2018	6000
2	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» biblioclub.ru	Договор № 1966 от 13.11.2017	с 22.11.2017 по 21.11.2018	8000
3	ЭБС Научная электронная библиотека elibrary.ru	Договор № 233 от 09.03.2017	с 09.03.2017 по 09.03.2018	100 %

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение курса требует от студентов посещения лекций, активной работы на практических 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.

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.

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 лабораторных работ;
• защита лабораторных работ;
• решение задач;
• защита реферата или научного проекта;
• защита самостоятельных и контрольных работ;
• сдача зачёта.

Итоговый контроль определения степени достижения целей по учебной дисциплине проводится в ходе зачёта в 10 семестре.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

* Архиватор 7-Zip, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.
* Антивирус ESET Endpoint Antivirus for Windows, лицензия EAV-0120085134, контракт №1110 от 15.12.2014 г., действующая лицензия.
* Операционная система Windows Pro 7 RUS Upgrd OLP NL Academic, Open License: 47357816, договор №17-10-оаэ ГК от 29.10.2010 г., действующая лицензия.
* Офисный пакет программ Microsoft Office Standard 2010 OLP NL Academic, Open License: 60696830, договор №200712-1Ф от 20.07.2012 г., действующая лицензия.
* Программа для просмотра файлов формата DjVu WinDjView, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.
* Программа для просмотра файлов формата PDF Adobe Reader XI, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.
* Браузер Google Chrome, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аудитория № 407 Аудитория для практических и семинарских занятий. Лаборатория	Стол ученический трёхместный – 10 шт., лабораторный стол трёхместный – 2 шт., стол преподавателя – 2 шт., стул ученический – 32 шт., шкаф закрытый (ВА0000003694) – 2	

квантовой физики.	шт., шкаф для хранения оборудования – 2 шт., доска зелёная (металл, 3 секции) (ВА0000003463) – 1 шт., сейф металлический – 1 шт. Основное оборудование: Универсальный источник питания УИП-1 (134200) – 1 шт., Счётчик-секундомер электронный учебный ССЭШ – 63 – 2 шт., ВУП-2 – 1 шт., ФПК01 Установка для изучения космических лучей – 1 шт., ВУП-2М – 3 шт., Монохроматор УМ-2 – 5 шт., Микроамперметры – 7 шт., Миллиамперметры – 8 шт., Амперметры – 3 шт., Осциллограф ОСУ-10А – 1 шт., Счётчики Гейгера-Мюллера – 3 шт., Монохроматор МУМ (3417093) – 1 шт., ФПК-10 Установка для изучения внешнего фотоэффекта – 1 шт., ФПК-9 Установка для изучения спектра атома водорода – 1 шт., Лампа ДРШ – 2 шт., Лазер газовый ЛГ – 1 шт., ФПК-05 – установка для изучения энергетического спектра – 1 шт., Осветители – 4 шт., Лазер полупроводниковый – 1 шт., Трубки спектральные – 16 упаковок	
Аудитория № 104 Аудитория для лекционных занятий.	Мультимедийный комплекс в составе: компьютер, проектор, акустическая система, интерактивная доска.	* Архиватор 7-Zip, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Антивирус ESET Endpoint Antivirus for Windows, лицензия EAV-0120085134, контракт №1110 от 15.12.2014 г., действующая лицензия. * Операционная система Windows 7 Pro расширенная, договор 0368100013813000025-0003977-01 от 17.06.2013 г., действующая лицензия. * Офисный пакет программ Office Standard 2013 RUS OLP NL Acdmc, Open License:

		62002130, договор 0368100013813000025-0003977-01 от 17.06.2013 г., действующая лицензия. * Программа для просмотра файлов формата DjVu WinDjView, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Программа для просмотра файлов формата PDF Adobe Reader XI, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Браузер Google Chrome, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.
Читальный зал университета для самостоятельной подготовки.	Моноблок – 73 шт. (соединенных локальной компьютерной сетью, Wi-Fi доступ), стационарный проектор – 1 шт., экран – 1 шт., ЖК панели Samsung UE-55D6100SW – 2 шт., Монитор Samsung ls27F650DS – 5 шт., система видео-конференц связи – блок ВКС polycom HDX 69000-720V (7200-29025-1145) – 1 шт., микрофоны – 10 шт., видеокамера Sony SCV – D 57V – 1 шт., аудио система Microlab SoloC6 – 1 шт.	* Архиватор 7-Zip, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Антивирус ESET Endpoint Antivirus for Windows, лицензия EAV-0120085134, контракт №1110 от 15.12.2014 г., действующая лицензия. * Операционная система Windows 7 Домашняя расширенная, действующая лицензия, договор №0368100013812000013-169793 от 20.12.2012 г., действующая лицензия. * Офисный пакет программ Office Pro Plus 2013 RUS OLP NL Acdmc, Open License: 61704351, договор №0368100013812000013-169793 от 20.12.2012 г., действующая лицензия. * Программа для просмотра файлов формата DjVu WinDjView, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Программа для просмотра файлов формата PDF Adobe Reader XI, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия,

		пролонгировано. * Браузер Google Chrome, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.

Для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине необходима аудитория, оборудованная мультимедийными средствами для демонстрации лекций-презентаций, презентаций проектов и видеоматериалов. Для обеспечения данной дисциплины при проведении лекционных и практических занятий в аудитории должна быть доска площадью не менее 3 квадратных метров. Для обеспечения учебного процесса по дисциплине имеется следующая материально-техническая база: две лекционные аудитории, кабинет для подготовки лекционных демонстраций, пять специализированных учебных лабораторий по физике, три научные лаборатории, компьютеры для индивидуальной и самостоятельной работы студентов, аудио и видеоаппаратура. При демонстрации фильмов, интерактивных физических моделей, электронных учебных пособий используется мобильный компьютер на базе двуядерного процессора фирмы Intel, мультимедиа проектор "Panasonic", интерактивная доска "Panasonic", цифровая видеокамера "Canon".

Аудитории оснащены современным оборудованием (компьютер, видеопроектор, интерактивная доска), позволяющим проводить лекционные и практические занятия на высоком профессиональном уровне. Образовательный процесс обеспечивается достаточной информационно-библиографической базой, современными техническими средствами, информационными и коммуникационными технологиями. В процессе проведения учебных занятий могут быть использованы мультимедийные технологии, аудиоаппаратура, видеоаппаратура.

Для подготовки к учебным занятиям используются университетский библиотечный фонд, кафедральная библиотека, современные информационные и коммуникационные технологии (Интернет), при необходимости аудио- и видеотека, видеокамера, фотоаппаратура, компьютерная и копировальная техника.