

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ им. Х.И. Амирханова
ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

УТВЕРЖДАЮ



И.о. директора

[Handwritten signature]

А.К. Муртазаев

« 30 » июня 2015 г.

Одобрена Ученым советом ФГБУН ИФ ДНЦ РАН

Протокол № 6 от « 30 » июня 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины Б1.В.ДВ.1.
НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

Уровень образования

Подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура)

Направление подготовки

03.06.01 Физика и астрономия

Квалификация (степень) выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Трудоемкость в академических часах	108 часов, в т.ч. Лекции – 8 ч., Лабораторные занятия – 10 ч., Самостоятельная работа – 90 ч., Зачет
Трудоемкость в зачетных единицах	3 ЗЕТ

Махачкала 2015

Рабочая программа по дисциплине «**Нanomатериалы и нанотехнологии**» составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров по направлению 03.06.01 – Физика и астрономия, утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 г. № 867.

Разработчики программы:

Д.ф.-м.н., Алиев А.Р.



К.ф.-м.н., Магомедов М.А.



К.ф.-м.н., Хизриев К.Ш.



Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению «Физика и астрономия»	4
2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры	5
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	6
3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)	6
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	7
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	7
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)	8
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	10
5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине	10
5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы	11
5.2.1. Примерные темы рефератов по разделам дисциплины	11
5.2.2. Контрольные вопросы для текущего контроля	12
5.2.3. Критерии оценивания компетенций (результатов)	13
5.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций	13
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	15
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	16
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16
10. Иные сведения и (или) материалы	17
10.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	17

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению «Физика и астрономия».

В результате освоения ООП аспирантуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Результаты освоения ООП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способностью свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в физике конденсированного состояния.	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. физические основы нанотехники; 2. свойства наночастиц, способы стабилизации и управления размерами нанокластеров; 3. получение и свойства нанопорошков, объемных наноструктурных материалов, получение и свойства нанокпозиционных материалов; 4. свойства нанопористых и функциональных материалов; 5. основные функции наноэлектроники; 6. фундаментальные пределы миниатюризации; 7. основные материалы и технологии, нанолитография. <p>Уметь:</p> <p>Использовать знания о свойствах наноматериалов для возможных приложений в различных областях техники.</p> <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. общими положениями и физическими основами описания свойств материалов в нанодисперсном состоянии; 2. представлениями об основных научных и технических проблемах использования наночастиц и технологий, о мировых достижениях в этой области; о требованиях и стандартах к технологическому уровню производства, качеству выпускаемой продукции и охране окружающей среды; 3. теоретическими и экспериментальными методами определения физических характеристик твердотельных веществ.

ПК-2	Способностью использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности.	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Свойства наноматериалов; 2. Методы синтеза различных наноматериалов; 3. Методы очистки, разделения и функционализации свойств наноматериалов; 4. Методы исследования структуры и свойств наноматериалов; 5. Механизмы роста наноматериалов; 6. Образование гибридных структур. <p>Уметь:</p> <p>Интерпретировать экспериментальные результаты исследования свойств наноматериалов современными методами.</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками выбора методов исследования и получения наноматериалов.</p>
ПК-4	Способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности.	<p>Уметь:</p> <p>Работать с информацией в области физики наносистем из различных источников: отечественной и зарубежной периодической литературой, монографий и учебников, электронных ресурсов интернет;</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками выбора методов получения наноматериалов с учетом их особенностей для электронных и оптических устройств заданного назначения.</p>

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры.

Учебная дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 направления подготовки «Физика и астрономия». Преподавание дисциплины осуществляется на 3-м курсе.

Для успешного усвоения курса аспиранту необходимо знание общих курсов физики, ряда разделов теоретической физики и физики конденсированного состояния. Данный курс является базой для осознанного использования аспирантами при получении различных наноматериалов, а также для освоения практических навыков синтеза наноматериалов.

Эта дисциплина призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ), 108 часов.

3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	18
Аудиторная работа (всего):	18
в т. числе:	
Лекции	8
Практические занятия	
Лабораторные работы	10
Внеаудиторная работа (всего):	
В том числе – индивидуальная работа обучающихся с преподавателем:	
Курсовое проектирование	
Творческая работа (реферат, проект)	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	90
Вид итогового контроля	Зачет

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

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
			Аудиторные учебные занятия		Самостоя тельная работа обучающ ихся	
		Всего	лекции	Лаборат орные работы		
1.	Введение. Основы классификации наноматериалов. Физические основы наноматериалов.	24	2	2	20	Рефераты 1,8,10
2.	Методы получения наночастиц и систем на их основе. Исследование, анализ и аттестация наночастиц	25	2	3	20	Рефераты 2-6
3.	Физико-химические свойства изолированных наночастиц и наноматериалов. Плазмонные наночастицы металлов	30	2	3	25	Рефераты 7, 9,11-17
4.	Перспективы и применение наночастиц	29	2	2	25	Рефераты 18-22
5.	Зачет					
6.	Итого	108	8	10	90	

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1.	Введение. Основы классификации наноматериалов. Физические основы наноматериалов.	Термодинамика поверхности и границ раздела. Поверхностные состояния, локальные уровни. Роль свободных и внутренних поверхностей. Поверхность монокристаллов, нанокластеров металлов, оксидов металлов, диэлектриков и полупроводников. Размерные эффекты. Структура энергетических зон. Эффективные массы, поверхность Ферми. Адсорбция, потенциалы ионизации, электронное сродство, работа выхода, уровень Ферми, концентрация носителей заряда. Дефекты поверхности, примесные атомы, структурные дефекты. Обзор экспериментальных работ по влиянию дисперсности материалов на физико-химические характеристики поверхности. Химический потенциал. Ионное равновесие в реакторе и образование наночастиц. Термодинамические аспекты проблемы, условие Гиббса, химический потенциал и форма микрокристаллов. Расчет химического потенциала для поверхности микрокристаллов. Анализ экспериментальных данных.
2.	Методы получения наночастиц и систем на их основе. Исследование, анализ и аттестация наночастиц.	<p>Методы термического и фотохимического разложения. Испарение и конденсация. CVD-метод. Рост кластеров на поверхности кристаллических и аморфных носителях. Углеродные нанотрубки. Современные методы получения плазмонных наночастиц металлов. Физико-химические принципы и достижения. Химические реакции в твердых телах. Методы нанохимии. Газофазный синтез. Нанолитографические способы производства металлических наночастиц и наноструктур. Термическое испарение и осаждение на кристаллические и аморфные поверхности подложек. Формирование произвольных трехмерных наноструктур. Последние достижения.</p> <p>Определение размеров наночастиц. Просвечивающая микроскопия, дифракционный анализ. Спектральные методы. Зондовые нанотехнологии: Сканирующая зондовая микроскопия. Общие принципы сканирующей зондовой микроскопии. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Электросиловая зондовая микроскопия. Магнитно-силовая зондовая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия. Разрешающая способность, погрешности, искажения и артефакты. Атомные манипуляции и дизайн, нанолитография. Силовой нанотестинг приповерхностных слоев. Обзор экспериментальных работ по применению методов и анализу результатов.</p>
3.	Физико-химические свойства изолированных наночастиц и наноматериалов. Плазмонные наночастицы металлов.	Структурные и фазовые превращения. Период решетки. Теплоемкость. Магнитные, оптические, электрические, механические и каталитические свойства. Способы стабилизации и управления размерами нанокластеров. Наночастицы и нанопорошки. Объемные наноструктурные материалы. Фуллерены и их производные, нанотрубки. Нанокпозиционные материалы. Нанопористые материалы. Функциональные материалы. Полупроводниковые и

		<p>диэлектрические материалы. Высокотемпературные сверхпроводники. Магнитные материалы. Материалы с гигантским и колоссальным магнитосопротивлением. Материалы со специальными механическими свойствами. Тонкие пленки и покрытия. Введение в электродинамику металлов. Уравнения Максвелла и распространение электромагнитных волн. Теория Друде-Зоммерфельда оптических свойств металлов. Оптические свойства реальных металлов. Диэлектрическая проницаемость малых частиц. Дисперсия в газе свободных электронов и объемные плазмоны.</p> <p>Физика поверхностных плазмонов. Двумерные поверхностные плазмоны. Плазмоны на плоской границе раздела «металл диэлектрик». Поверхностные плазмоны в слоистых средах. Локализованный поверхностный плазмонный резонанс (ЛППР) в наночастицах благородных металлов. Оптические свойства наночастиц благородных, переходных металлов и систем на их основе. Основные положения теории Ми. Формулы Ми, Доремуса и Ганса для поглощения света изолированными частицами. Зависимость (чувствительность) ЛППР от показателя преломления среды, размеров, формы и концентрации наночастиц. Динамика возбуждения плазмонов в благородных металлах и факторы влияющие на ширину линии плазмона и оптический диапазон локализованного поверхностного плазмонного резонанса. Диэлектрическая проницаемость композитной среды. Экспериментальные результаты предыдущих и последних лет.</p>
4.	Перспективы и применение наночастиц.	<p>Наноэлектроника и приборы: Наноэлектроника. Общие сведения. Основные функции наноэлектроники. Фундаментальные пределы миниатюризации. Основные материалы и технологии. Нанолитография. Основные компоненты микросхем. Логические и запоминающие ячейки. Связи и соединения, передача данных. Системы долговременной памяти. Микроэлектроника "рядом с кремнием". Наноэлектроника на нанотруках. Квантовые устройства. Молекулярная электроника.</p> <p>Наноустройства: Технологии производства микронаноприборов и машин.</p> <p>Сенсоры: мембранные, тактильные, струнные Сенсоры для регистрации ускорения, вибрации, ударов. Бесконтактные оптические сенсоры. Консольно-балочные сенсоры. Актуаторы, манипуляторы, двигатели. Интегрированные системы. Инерциальные приборы. Интеллектуальные наносистемы. Перспективы и применение наночастиц металлов и систем на их основе в катализе и медицине.</p> <p>Приложения наноплазмоники. Терапия и визуализация опухолей. Биосенсоры на поверхностных плазмонах. Элементная база для электроники. Плазмонные покрытия. Перспективы применения плазмонных наночастиц металлов в синтезе новых веществ, медицине, наноэлектронике, оптике, полупроводниковой технике, биологии.</p>

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Введение. Основы классификации наноматериалов. Физические основы наноматериалов.	ПК-1, Знать: 1, 6 Владеть: 1, 2 ПК-4 Уметь: 1, 2 Владеть: 1, 2	Ответы на контрольные вопросы.
2.	Методы получения наночастиц и систем на их основе. Исследование, анализ и аттестация наночастиц	ПК-1, Знать: 1, 6 Владеть: 1, 2 ПК-4 Уметь: 1, 2 Владеть: 1, 2	Доклад-презентация и его обсуждение. Ответы на контрольные вопросы.
3.	Физико-химические свойства изолированных наночастиц и наноматериалов. Плазмонные наночастицы металлов	ПК-1, Знать: 1, 6 Владеть: 1, 2 ПК-4 Уметь: 1, 2 Владеть: 1, 2	Доклад-презентация и его обсуждение.
4.	Перспективы и применение наночастиц	ПК-1, Знать: 1, 6 Владеть: 1, 2 ПК-4 Уметь: 1, 2 Владеть: 1, 2	Доклад-презентация и его обсуждение.

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1.	Отчет о выполнении лабораторной работы.	Средство контроля, организованное как индивидуальное собеседование с каждым аспирантом по теоретической и практической части выполненной работы, а также по данным и результатам оформленного отчета.	Контрольные вопросы для текущего контроля. п. 5.2.1.

5.2.1. Примерные темы рефератов по разделам дисциплины.

1. Получение наночастиц металлов методом химического восстановления.
2. Методы стабилизации наночастиц
3. Факторы, влияющие на однородность получаемых наночастиц по размерам.
4. Методы управления размером и формой наночастиц
5. Зондовые методы исследования наночастиц и информация получаемая в эксперименте.
6. Физические принципы метода РФЭС и информация, получаемая в эксперименте:
7. Плазменный резонанс и информация извлекаемая в эксперименте.
8. Фуллерены и нанотрубки. Графен.
9. Модели роста кластеров на поверхности кристаллических и аморфных носителях.
10. Методы определения размеров наночастиц.
11. Физико-химические принципы метода просвечивающей электронной микроскопии.
12. Дефекты кристаллической решетки и их классификация, границы зерен, поверхность
13. Строение идеальных кристаллов. Типы решеток и их характеристики.
14. Ионная, металлическая, ковалентная и молекулярная связь.
15. Структурные и фазовые превращения в наноматериалах.
16. Получение и свойства нанокпозиционных материалов.
17. Свойства нанопористых и функциональных материалов.
18. Фундаментальные пределы миниатюризации в нанoeлектронике.
19. Сенсоры. Физико-химические принципы: мембранные, тактильные, струнные.
20. Сенсоры для регистрации ускорения, вибрации, ударов.
21. Бесконтактные оптические сенсоры.
22. Перспективы и применение наночастиц металлов и систем на их основе.

5.2.2. Контрольные вопросы для текущего контроля

1. Получения наночастиц металлов методами химического восстановления.
2. Какие соединения можно использовать для стабилизации наночастиц
3. Принципы золь-гель-метода получения наночастиц.
4. Как влияет температура подложки на структуру пленок при термическом испарении..
8. Методы исследования объемных свойств наночастиц и информация получаемая в эксперименте.
9. Что такое нанореакторы?
10. Приведите примеры размерных эффектов с участием частиц вольфрама и ванадия.
11. Объясните влияние размера частиц полупроводников на ширину запрещенной зоны.
12. Как связана постоянная решетки с размером частицы?
14. Средняя длина свободного пробега фотоэлектрона в образце зависит от его энергии. При каких кинетических энергиях вылетевших электронов метод РФЭС более чувствителен к поверхностному слою?
15. Определите величину химического сдвига электронного уровня по заданному РФЭС спектру.
16. Информация извлекаемая из обработка спектров плазмонного резонанса для наночастиц.
17. От чего зависит константа затухания плазменного резонанса.
18. Определите скорость электронов на поверхности Ферми.
19. Основные положения теории Ми.
20. Как и почему частота плазменного резонанса от зависит рамеров наночастиц.
21. Диэлектрическая проницаемость композитной среды.
22. Анализ спектров плазменного поглощения по Максвеллу -Гарнету и Хампе.
23. Перспективы применения плазмонных наночастиц металлов в синтезе новых веществ, медицине, наноэлектронике, оптике, полупроводниковой технике, биологии.
24. Физика поверхностных плазмонов.
25. Плазмонные колебания в наночастицах.
26. Что входит в понятие «нанотехнология».
27. Назовите приоритетные направления развития нанотехнологий.
28. Какую информацию можно получить с помощью высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопией микроскопией.
29. Основные типы дефектов в наноматериалах.
30. Перечислить основные типы электронограмм для наночастиц в зависимости от их размера.
31. Как влияет размер кристаллов на температуру плавления наноматериалов?
32. Оцените число атомов в критическом зародыше.
33. Как размер критического зародыша в растворе зависит от пересыщения.

34. Как происходит разделение наночастиц по размерам в масс-спектрометре.
35. Известно, что до определенных размеров микрокристаллы, находящиеся в равновесии с окружением, принимают форму с минимальной свободной энергией согласно соотношению Гиббса- Вульфа. Какие факторы влияют на огранку микрокристаллов? Химический потенциал поверхности наночастицы сферической формы.
36. Объяснить появление линии поглощения в Мессбауэровском спектре растворов, содержащих кластеры железа и отсутствие ее в растворах содержащих ионы железа.
37. Методы получения углеродных нанотрубок. Типы нанотрубок, их свойства и применение.

5.2.3. Критерии оценивания компетенций (результатов)

Оценка «зачтено» на зачете ставится при: правильном, полном и логично построенном ответе; умении оперировать специальными терминами; использовании в ответе дополнительного материала. В ответе возможны негрубые ошибки или неточности; делаются не вполне законченные выводы или обобщения.

Оценка «незачтено» ставится при: ответе на вопросы с грубыми ошибками; неумении оперировать специальной терминологией.

5.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.

Решение практических задач и выполнение лабораторных работ, связанных с реализацией и использованием численных методов, выполняется в течение занятий, а также индивидуально и самостоятельно. После выполнения работы аспиранты предъявляют преподавателю результаты в виде записей, рекомендованных методическими указаниями.

Преподаватель оценивает выполнение работы каждым аспирантом индивидуально по шкале «зачтено/не зачтено» (0/1 балл).

По итогам выполнения аспирантом индивидуально оформляется отчет. Защита проводится в виде индивидуального собеседования с аспирантом по практической части выполненной работы и результатам оформленного отчета.

Ответы на поставленные вопросы аспирант дает в устной форме. Преподаватель подводит итог, т.е. суммирует баллы.

При подведении итогов принимается во внимание оценка освоения компетенций, полученная после защиты выполненных работ.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Основная литература

1. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы. / Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: ФИЗМАТЛИТ. 2010. - 452 с.
2. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы: учеб. пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзи-гури. - 2-е изд. - М.: Бином. Лаборатория Знаний, 2010.-365 с.
(http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=3134, дата обращения 16.10.2015)
3. Евдокимов А.А. и др. (под ред. А.С. Сигалова) Получение и исследование нано-структур: лабораторный практикум по нанотехнологиям - / М: БИНОМ Лаборатория знаний, 2011. - 186 с.
(http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=3139, дата обращения 16.10.2015)
4. Дьячков П.Н. Электронные свойства и применение нанотрубок / - М: БИНОМ Лаборатория знаний, 2010. - 488 с.
(http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=3132, дата обращения 16.10.2015)

б) Дополнительная литература

1. Пул Ч., Нанотехнологии: учеб. пособие / Пул, Ч., Оуэнс, Ф. - М.: Техносфера, 2005. - 334 с.
2. Гусев А.И., Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии - М.: Физматлит, 2005. - 410 с.
3. Суздальев И.П., Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов - М.: КомКнига, 2006. - 590 с.
4. Сергеев Г.Б., Нанохимия. Химия - М.: Книжный дом университет, 2006. - 333 с.
5. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления развития // Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса: Пер. с англ. М.: Мир, 2002. С. 292.
6. Климов В.В., Наноплазмоника. Москва, Физматлит, 2009.

в) перечень основных профессиональных и реферативных журналов по профилю дисциплины

1. Журнал «Успехи физических наук»,
2. Журнал «Успехи химии», Российский химический журнал.
3. Журнал «Прикладной химии»
4. Журнал технической физики.
5. Журнал «Российские нанотехнологии»
6. Журналы: ФТТ; «Поверхность. Физика, химия, механика»
7. Журнал «Нано- и микросистемная техника.»
8. Журнал «Перспективные материалы».
9. Письма в ЖТФ.
10. Журнал «Физика и техника полупроводников»
11. Nanotechnology.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Данная дисциплина призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации. Поэтому огромное внимание уделяется самостоятельной работе и оформлению ее в виде соответствующего реферата. Их тематика тесно связана с направлениями НИР Института физики, по которым ведется научная работа аспирантов. Предлагаемые темы рефератов согласовываются с научным руководителем аспиранта, с тем, чтобы увязать тему реферата с темой диссертации.

Реферат должен содержать следующие обязательные разделы:

- а) литературный обзор с оформленным списком источников;
- б) четкая постановка задачи или проблемы и пути ее решения;
- в) историю исследования;
- г) современное состояние проблемы.

По содержанию реферата должна быть

- а) подготовлена презентация для публичной защиты;
- б) подготовлены вопросы к аудитории по представленному материалу для выяснения усвоения основных положений доклада.

Вид учебных занятий	Организация деятельности аспиранта
Практические и лабораторные занятия	<p>Задачами практических и лабораторных занятий являются: расширение, детализация и углубление знаний, полученных на лекциях, повышение уровня усвоения материала по предмету, развитие научного мышления, текущая проверка знаний, развитие познавательной активности и навыков самостоятельной работы, а также навыков ведения коллективной работы дискуссии и умения аргументированно отстаивать свои идеи и взгляды.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям в качестве одного из этапов должна обязательно включать изучение рекомендованной методической литературы.</p> <p>При выполнении индивидуальных заданий, лабораторных работ необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none">1. обосновать каждый этап решения задачи в соответствии с положениями соответствующего раздела теоретического курса2. составить общий план решения задачи3. излагать решение максимально подробно с объяснением всех деталей соответствующих вычислений, преобразований и т.д., <p>Использовать рисунки и схемы, определяющие план решения задач и дальнейшую его реализацию.</p>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- использование программного обеспечения ПК.
- использование сетевых информационных технологии глобальной (Internet) и локальной (Ethernet) сетей, включая web-технологии.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Нanomатериалы и нанотехнологии» используется:

- Компьютерный класс Института физики.
- Лаборатории Института физики.

10. Другие сведения и (или) материалы

10.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательные технологии, применяемые на практических и лабораторных занятиях:

1. Технология активного (контекстного) обучения (коллективная работа малыми группами – исследовательская игра: группа разбивается на подгруппы, в каждой из которых назначается руководитель (определяет цели и задачи, назначает ответственных за отдельные задачи, координирует работу и представляет общее решение задачи) и исполнители (решают отдельные задачи);
2. Технология деловой игры (имитационная соревновательная игра: малые группы получают одинаковое задание, распределяются по ролям (руководитель, ответственные исполнители) и выполняют его на скорость и качество, которое оценивается преподавателем);
3. Технология интерактивного обучения (мозговой штурм: группа получает задание, далее предлагается высказывать как можно большее количество вариантов решения, затем из общего числа высказанных идей отбирают наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике).

Формы проведения индивидуальной и самостоятельной работы:

1. На установленном занятии даются информационные материалы по курсу, рекомендации по написанию рефератов и презентаций к ним;
2. Предлагаемые темы рефератов согласовываются с научным руководителем аспиранта, с тем, чтобы увязать тему реферата с темой диссертации;
3. Аспиранты посещают постоянно действующие семинары лабораторий Института физики, где слушают доклады и сами выступают с сообщениями по своим рефератам и разделам диссертации.

Лист регистрации изменений

Номер измене- ния	Номер пункта (подпункта)			Дата внесения изменения	Изменение	Подпись ответственно- го за внесение изменений
	Изме- нен- ного	Но- вого	Изъ- ято- го			