

Российская академия наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт электрофизики
Уральского отделения Российской академии наук
(ИЭФ УрО РАН)

«Утверждаю»
Врио. директора ИЭФ УрО РАН

В.Г. Шпак
« » 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Наноматериалы и нанотехнологии»
Б1.В.ДВ.2-3

Специальность 03.06.01 – «Физика и астрономия»

Екатеринбург
2015

Программу составили:

с.н.с. ИЭФ УрО РАН
к.ф.-м.н.

Кайгородов А.С.

с.н.с. ИЭФ УрО РАН
к.ф.-м.н.

Паранин С.Н.

зав. лаб. ИП ИЭФ УрО РАН
к.т.н.

Бекетов И.В.

СОГЛАСОВАНО:

Зам. директора по НР ИЭФ УрО РАН
к.т.н.

«6» февраля 2015 г.

Иванов М.Г.

Учёный секретарь ИЭФ УрО РАН
к.ф.-м.н.

«6» февраля 2015 г.

Кокорина Е.Е.

Рабочая программа утверждена на заседании Учёного совета ИЭФ УрО РАН.
Протокол № 1 от 06.02.2015 г.

1. Цели и задачи дисциплины.

– дать общее представление о нанообъектах и способах их получения, ознакомить с основными физическими понятиями, сформировавшимися в процессе развития экспериментальных и теоретических исследований наноматериалов, рассмотреть особенности физических методов синтеза наноструктурных тел;

– научить аспирантов собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области наноматериалов, получить навыки решения конкретных прикладных задач.

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать:

– фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики;

– физические и физико-химические основы технологам производства изделий электроники и наноэлектроники, физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюризации электронной компонентной базы.

Уметь:

– применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач;

– обеспечивать технологическую и конструктивную реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники;

– применять методы расчёта параметров и характеристик, моделирования и проектирования приборов и устройств вакуумной, плазменной, твёрдотельной, микроволновой и оптической электроники и наноэлектроники;

– использовать полученные знания для проведения научно-исследовательской работы по конкретной тематике и обосновывать полученные результаты, анализировать научные публикации по конкретной проблеме исследований, выявлять тенденции развития своего научного направления.

Владеть:

– навыками практического применения законов физики, химии и экологии;

– новыми технологиями, обеспечивающими повышение эффективности проектов, технологических процессов, эксплуатации и обслуживания новой техники в области электроники и микроэлектроники;

– навыками использования полученных знаний для проведения научно-исследовательской работы по конкретной тематике.

3. Компетенции.

<i>№ n/n</i>	<i>Индекс</i>	<i>Содержание</i>
1.	ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.
2.	УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
3.	УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.
4.	УК-4	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.
5.	ПК-1	Способность ставить, формализовать и решать задачи, умением системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание.
6.	ПК-2	Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы и информационных технологий с учётом отечественного и зарубежного опыта.
7.	ПК-3	Способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза информации в избранной области физических исследований.
8.	ПК-4	Способность применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способность самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя коллектива.

4. Объём дисциплины и виды учебной работы.

<i>Вид учебной работы</i>	<i>Всего</i>		<i>Период обучения</i>
	<i>часов</i>	<i>ЗЕТ</i>	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	3	второй курс
Аудиторные занятия, в т.ч.:			
Лекции	36	1	
Практические занятия (ПЗ)			
Самостоятельная работа	54	1,5	
Контроль самостоятельной работы	18	0,5	

5. Содержание дисциплины.

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Раздел дисциплины</i>	<i>Лекции</i>	<i>ПЗ</i>	<i>Сам. раб.</i>	<i>Контр. сам. раб.</i>
1	Введение.	2		3	1
2	Общая характеристика наноматериалов и нанотехнологий.	4		6	2
3	Технологии получения наноматериалов и наноструктур.	4		6	2
4	Нанокластеры и нанокристаллы.	4		6	2
5	Фуллерены и нанотрубки.	4		6	2
6	Графен и силицен.	2		3	1
7	Молекулярные наноструктуры.	2		3	1
8	Функциональные и консолидированные наноматериалы.	4		6	2
9	Наноплёнки и нанопроволоки.	4		6	2
10	Наносuspензии, наноэмульсии и наноаэрозоли.	4		6	2
11	Заключение.	2		3	1
Всего час.		36		54	18

5.2. Содержание разделов дисциплины.

5.2.1. Введение.

Цели и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Основные понятия и определения.

5.2.2. Общая характеристика наноматериалов и нанотехнологий.

Разновидности наноматериалов.

Разновидности нанотехнологий. Области применения наноматериалов и нанотехнологий. История развития наноматериалов и нанотехнологий.

5.2.3. Технологии получения наноматериалов и наноструктур.

Процессы самоорганизации в нанотехнологиях.

Зондовые технологии: атомная инженерия, локальное окисление металлов и полупроводников, локальное химическое осаждение из газовой фазы, лазерное наноманипулирование, ионная имплантация.

Нанолитография: электронно-лучевая литография, нанопечать, сравнение нанолитографических методов.

Порошковая металлургия. Интенсивная пластическая деформация материалов.

5.2.4. Нанокластеры и нанокристаллы.

Нанокластеры: упорядоченные нанокластеры, неупорядоченные нанокластеры и нижний предел нанокристалличности.

Нанокристаллы: неорганические нанокристаллы, органические нанокристаллы.

5.2.5. Фуллерены и нанотрубки.

Полиморфизм углерода.

Фуллерены: фуллерен C_{60} и его аналоги, заполненные фуллерены, фуллереновые аддукты, гетерофуллерены, фуллереноподобные нанокластеры, углеродные луковицы.

Нанотрубки: углеродные нанотрубки, заполненные углеродные нанотрубки, неуглеродные нанотрубки.

5.2.6. Графен и силицен.

Графен: монослой графена, мультиграфен, соединения графена с металлами. Силицен.

5.2.7. Молекулярные наноструктуры.

Органические молекулы. Супермолекулы.

5.2.8. Функциональные и консолидированные наноматериалы.

Нанокристаллические материалы. Фуллериты. Фотонные кристаллы. Нанокompозиты: матричные нанокompозиты, сверхрешётки. Нанопористые материалы: мембраны, цеолиты, пористый кремний, пористые диоксид кремния и оксид алюминия. Наноаэрогели.

5.2.9. Наноплётки и нанопроволоки.

Полупроводниковые наноплётки и нанопроволоки. Магнитные наноплётки и нанопроволоки. Алмазоподобные и керамические наноплётки. Металлические нанопроволоки.

Органические наноплётки.

5.2.10. Наносuspензии, наноэмульсии и наноаэрозоли.

Наносuspензии. Наноэмульсии. Наноаэрозоли.

5.2.11. Заключение.

Перспективы развития методов получения новых наноматериалов. Проблемы, возможные пути развития.

5.3. Самостоятельная работа аспирантов.

5.3.1. Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе (48 ч.).

5.3.2. Подготовка к контролю по дисциплине (6 ч.).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

6.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература:

1. Котов, Ю.А. Импульсные технологии и наноматериалы. Избранные труды / Ю.А. Котов; отв. Ред. В.Г. Шпак. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. – 458 с.

2. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. Издание 2-е, исправленное. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 416 с.

3. Соковнин, С.Ю., Ильвес, В.Г. Применение импульсного электронного пучка для получения нанопорошков некоторых оксидов металлов / [Отв. ред. С.П. Никулин]. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2011. – 318 с.

б) дополнительная литература:

1. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мировые достижения за 2005 год. (Сборник) / [Под ред. П.П. Мальцева]. – Москва: Техносфера, 2006. – 149 с.

в) методическое обеспечение:

<http://iep7.iep.uran.ru/iep/aspir.htm>

6.2. Информационное обеспечение.

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
	http://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	доступ свободный

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для проведения занятий по дисциплине используются: компьютерный класс, лаборатории Института, оборудование: прибор ДРОН для рентгенофазового анализа материала, микротвердомер, система исследования материала после облучения ионов ИЛМ.

Программа составлена с учётом рекомендаций по формированию основных профессиональных образовательных программ послевузовского профессионального образования для обучающихся в аспирантуре (№ 0160 от 17 июля 2012 г. Серия 90Л01 № 0000173) и на основе Федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура), утверждённых приказом Министерства образования и науки РФ от 16.03.2011 г. № 1365 (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 10.05.2011 г., регистрационный № 20700).