

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Г.А.

подпись

« 27 » 2018г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.13 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) «Нанотехнологии в электронике»

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.В.13 «Материалы и методы нанотехнологий» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника». Направленность «Нанотехнологии в электронике» (академический бакалавриат)

Программу составил:

М.Е. Соколов, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий ФТФ КубГУ, канд. хим. наук



подпись

Рабочая программа дисциплины «Материалы и методы нанотехнологий» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 9 «27» марта 2018г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) радиофизики и нанотехнологий протокол № 9 «27» марта 2018г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.



подпись

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 10 «2» апреля 2018г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

1. Исаев В.А., доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики и информационных систем ФТФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

2. Гаврилов А.И., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Кубанского государственного технологического университета (КубГТУ)

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Учебная дисциплина «Материалы и методы нанотехнологий» ставит своей целью формирование у студентов комплекса общекультурных и профессиональных знаний и умения в области технологии производства, обработки и изучения наноматериалов

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи учебной дисциплины:

- формирование знаний традиционных и новых материалов и методов нанотехнологий, технологических процессов, оборудования;
- формирование умений применять полученные знания к решению практических задач нанотехнологий;
- изучение основ и характеристик различных методов исследования наноматериалов и наноструктур

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материалы и методы нанотехнологий» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» относится к учебному циклу общие математические и естественнонаучные дисциплины Б1.В. федерального компонента.

В соответствии с учебным планом, занятия проводятся на втором году обучения. Настоящая дисциплина находится на стыке дисциплин. Необходимыми предпосылками для успешного освоения дисциплины является следующее: в цикле математических дисциплин: знание основ линейной алгебры и математического анализа, умение дифференцировать и интегрировать, знать основы статистической обработки результатов.

В цикле общефизических дисциплин необходимыми предпосылками являются знание основ классической механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, радиофизики, оптики.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *общепрофессиональных* компетенций:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-8	студент обладает способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	основные физико-химические основы методов анализа материалов	использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач в области электроники и наноэлектроники	знаниями основных методов анализа, необходимых для решения научно-исследовательских задач.
2.	ПК-13	студент обладает способностью налаживать, испытывать,	методику использования измерительно-	применять полученные в ходе обучения	навыками организации научной дея-

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и нанoeлектроники	го, диагностического и технологического оборудования	знания в практических задачах	тельности
2.	ПК-14	студент обладает готовностью к участию в монтаже, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники	основные методики экспериментального исследования, параметры и характеристики современных приборов и устройств	осуществлять поиск необходимой информации посредством современных информационных технологий	навыками самостоятельной работы с научной литературой и нормативной документацией

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)		
		4		
Контактная работа, в том числе:	78,3	78,3		
Аудиторные занятия (всего):	64	64		
Занятия лекционного типа	32	32		
Лабораторные занятия	32	32		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	—	—		
Иная контактная работа:	14,3	14,3		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	14	14		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3		
Самостоятельная работа, в том числе:	39	39		
Проработка учебного (теоретического) материала	10	10		
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	10	10		
Реферат	9	9		
Подготовка к текущему контролю	10	10		
Контроль:	26,7	26,7		

Подготовка к экзамену		26,7	26,7		
Общая трудоемкость	час.	144	144		
	в том числе контактная работа	78,3	78,3		
	зач. ед.	4	4		

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в дисциплину «Материалы нанотехнологий».	28	8		8	10
2.	Углеродные наноструктуры. Консолидированные наноматериалы. Молекулярные нанотехнологии.	29	8		8	9
3.	Сканирующая зондовая микроскопия.	28	8		8	10
4.	Проблемы безопасности, экологии и этики в развитии нанотехнологий	28	8		8	10
Итого по дисциплине:		103	32		32	39

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Введение в дисциплину «Материалы нанотехнологий».	Краткий обзор содержания курса. Введение и терминология. Основные этапы развития нанотехнологий. Особенности поведения объектов наномира. Подходы «сверху-вниз» и «снизу-вверх» к получению наноматериалов. Примеры наноматериалов и наноприборов. Примеры нанотехнологических процессов: нанопечатная литография, литографически индуцированная самосборка. Обзор русскоязычной учебно-научной литературы по проблемам нанотехнологий.	Контрольные вопросы
2	Углеродные наноструктуры. Консолидированные наноматериалы. Молекулярные нанотехнологии.	Основные физико-химические свойства углерода, углеродная связь, гибридизация. Аллотропные формы углерода: графит, ал-	Контрольные вопросы

		маз, карбин, графен, аморфный углерод, фуллерены, нанотрубки. История открытия фуллеренов, связь с астрофизическими исследованиями. Методы синтеза и очистки фуллеренов. Основные физико-химические свойства фуллеренов. Структура одностенных нанотрубок, индексы хиральности, основные типы хиральности. Архитипичные нанотрубки. Структура многослойных нанотрубок: трубки типа свиток, коаксиально вложенные нанотрубки, канаты из нанотрубок. Дефекты в структуре нанотрубок и их влияние на геометрию и проводимость нанотрубок. Композиты: от алхимии к современным нанотехнологиям. Нанокompозиты, их определение. Молекулярные композиты, «умные» полимерные материалы. Свойства нанокompозитов. Полимерные нанокompозит. Слоистые нанокompозиты. Нанокompозиты с сетчатой структурой. Получение нанокompозитов. Применение нанокompозитов. Задачи молекулярных нанотехнологий. Понятия механосинтеза, авто- и самосборки.	
3	Сканирующая зондовая микроскопия.	История развития сканирующей зондовой микроскопии. Устройство и принцип действия сканирующего туннельного микроскопа: туннельный сенсор, режимы постоянного тока и постоянной высоты. Ограничения сканирующей туннельной микроскопии. Основные типы сканеров, применяемых в сканирующем зондовом микроскопе. Используемые свойства пьезокерамики, триподные, трубчатые и гибридные сканеры. Основные типы кантилеверов, используемых в контактном и бесконтактном режимах атомно-силовой микроскопии. Параметры, влияющие на качество получаемых изображений. Устройство и принцип действия сканирующе-	Контрольные вопросы

		го атомно-силового микроскопа: оптический силовой сенсор, силы межатомного взаимодействия, диапазоны сил при работе в контактном и бесконтактном режимах. Назначение и принципы работы обратной связи.	
4	Проблемы безопасности, экологии и этики в развитии нанотехнологий	Новые возможности и потенциальные риски, связанные с развитием нанотехнологий: окружающая среда, уровень жизни, медицина, общество. Проблема токсичности наночастиц и загрязнения окружающей среды на стадиях производства, эксплуатации и утилизации наноматериалов. Нанотехнологии и социум. Проблемы безопасности НМиНТ. Перспективы развития нанотехнологий.	Контрольные вопросы

2.3.2 Занятия семинарского типа

Согласно учебному плану занятия семинарского типа по учебной дисциплине «Материалы и методы нанотехнологий» не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные работы.

В основе построения лабораторного практикума по дисциплине «Материалы и методы нанотехнологий» лежит последовательность поэтапных действий исследователя по планированию, подготовке материалов и методов нанотехнологий и анализу полученных данных.

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Изучение способов получения и свойств углеродных наноструктур.	Наноструктурное капсулирование йода в поливиниловом спирте	Защита ЛР
2	Исследование наноматериалов с помощью сканирующей туннельной микроскопии	Изучение принцип работы сканирующей туннельной микроскопии	Защита ЛР
3	Исследование наноматериалов с помощью атомно-силовой микроскопии	Изучение принцип работы атомно-силовой микроскопии	Защита ЛР

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану по данной дисциплине предусмотрено выполнение курсовых работ, тематика которых связана с направлениями научно-исследовательских работ кафедры радиофизики и нанотехнологий.

Примерные темы курсовых работ:

- 1) Синтез и исследование свойств радиоэкранирующих и радиопоглощающих нанокomпозитных полимерных материалов на основе ферритов.
- 2) Получение и исследование свойств пленок Ленгмюра-Блоджетт на основе комплексных соединений лантаноидов.
- 3) Разработка электрохимических тонкопленочных микроэлектродных сенсорных систем (IDA сенсорные системы).
- 4) Моделирование свойств наноструктур и систем на их основе.
- 5) Влияние модификации микроэлектродного пространства тонкопленочных сенсорных систем на их электрохимические характеристики.
- 6) Отработка методики получения тонкопленочных микроэлектродных сенсорных устройств на гибких полимерных подложках.
- 7) Изучение особенностей синтеза купрата $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ цитратным методом.
- 8) Изучение влияния параметров отжига на микроструктурные характеристики наноразмерного $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$.
- 9) Электромагнитные свойства наноразмерных пленок олова.
- 10) Электромагнитные свойства наноразмерных пленок меди.
- 11) Электромагнитные свойства наноразмерных пленок оксида меди(II).
- 12) Электромагнитные свойства наноразмерных пленок оксида олова(IV).
- 13) Композитные магнитные наноструктуры на основе CuS и ZnS.
- 14) Радиопоглощающие наноматериалы на основе Fe_3O_4 .
- 15) Радиопоглощающие наноматериалы на основе MnO_2 .
- 16) Тонкопленочные магнитные покрытия.
- 17) Наноразмерные титанатные ферроэлектрики.
- 18) Радиофизические характеристики наноразмерных никелевых ферритов.
- 19) Влияние синтеза и отжига на электронные и магнитные свойства наноразмерного никелевого феррита.
- 20) Радиофизические свойства замещенных литий-цинковых ферритов.
- 21) Микроструктурные свойства наноразмерных пленок меди.
- 22) Исследование гетеропереходов в наноструктурах на основе ZnS.
- 23) Композитные магнитные структуры на основе ZnS.
- 24) Композитные магнитные структуры на основе CuS.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проработка теоретического материала	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий [Текст] = Scanning microscopy for nanotechnology : методы и применение / под ред. Уэйли Жу, Жонг Лин Уанга ; пер. с англ. С. А. Иванова, К. И. Домкина ; под ред. Т. П. Каминской. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016
2.	Подготовка к защите лабораторных работ	Текущая Е.Е., Джимаков С.С., Долгов М.А. Методы исследования био- и наноструктур / Учебное пособие – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013.- 64 с.
3.	Реферат	Плескова, С. Н. Атомно-силовая микроскопия в биологических и медицинских исследованиях / С. Н. Плескова. - Долгопруд-

		ный : Интеллект, 2011.
4.	Подготовка презентации по теме реферата	Карасев, В. А. Введение в конструирование бионических наносистем / В. А. Карасев, В. В. Лучинин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения дисциплины используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий). Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют использование педагогической эвристики и моделирование проблемных ситуаций.

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- домашние задания;
- проблемные задания;
- индивидуальные практические задания;
- контрольные опросы;
- публичная защита лабораторных работ;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ, подготовка к опросу и зачету).

В рамках практических занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой научно-исследовательский опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, знакомятся с основными научными журналами по вопросам моделирования наноструктур различных типов, выступают с докладами перед однокурсниками, накапливают багаж знаний, полезных для выполнения выпускной квалификационной работы.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством изучения рекомендуемой дополнительной литературы;
- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством подготовки сообщений, презентаций, путем написания реферативных работ;
- консультации для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном расширенном изучении разделов дисциплины.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных вопросов и проблем;
- применение метода конкретных ситуаций.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях: не предусмотрены.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочными средствами для текущего контроля успеваемости являются: контрольные вопросы, защита лабораторных работ.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

4.1.1 Контрольные вопросы по разделам учебной программы

1. Место объектов наномира на общей шкале размеров. Пространственная размерность нанообъектов. Что такое наноконсолидированные материалы?
2. Перечислите ключевые фигуры из истории развития нанотехнологий. Возможно ли получение атомарного разрешения с использованием атомно-силового микроскопа?
3. Возможно ли получение атомарного разрешения поверхности диэлектрика с использованием сканирующего туннельного микроскопа?
4. Две основные причины особого поведения материалов при уменьшении их размера до нанометрового масштаба.
5. Два основных подхода к получению наноструктур. Приведите несколько реальных примеров применения наноматериалов.
6. Особые свойства углерода, обуславливающие формирование из него разнообразных наноструктур. Структура графита. Структура алмаза. Структура фуллеренов C_{60} и C_{70} .
7. Формула Эйлера для сфероидов, построенных из правильных многоугольников.
8. Методы получения фуллеренов. Роль инертных газов при получении фуллеренов. Термическая стабильность фуллеренов в вакууме и в присутствии окислителей.
9. Структура углеродных нанотрубок. Типы углеродных нанотрубок и образований из них. Основные типы хиральности углеродных нанотрубок и соответствующие свойства электропроводности.
10. Механические колебания многослойных углеродных нанотрубок. Дефекты в структуре углеродных нанотрубок и их влияние на форму нанотрубок и проводимость.
11. Методы получения углеродных нанотрубок. Стадии очистки углеродных нанотрубок. Способы открытия концов углеродных нанотрубок.
12. Электрические свойства углеродных нанотрубок. Магнитные свойства углеродных нанотрубок. Механические свойства углеродных нанотрубок. Перечислите основные применения углеродных нанотрубок. Структура нанотрубок дисульфида вольфрама.
13. Структура нанокристаллических материалов. Сравнительные характеристики структуры нанокристаллических материалов с макроскопическими моно- и поликристаллами, а также с аморфными материалами.
14. Классификация объектов по размерности локализации – делокализации.
15. Плотность состояний для структур с различной размерностью локализации.
16. Методы изготовления квантовых ям, проволок и точек.
17. Самосборка квантовых точек. Механизмы роста тонких пленок.
18. Устройство и принцип работы одноэлектронного транзистора.
19. Что такое фотонный кристалл?
20. Сравнительные характеристики различных микроскопических методов по рабочей среде, типу изображения и повреждающего воздействия.

21. Устройство и принцип действия сканирующего туннельного микроскопа. Ограничения сканирующего туннельного микроскопа.
22. Устройство и принцип действия сканирующего атомно-силового микроскопа.
21. Основные типы сканеров, применяемых в сканирующей зондовой микроскопии.
22. Основные типы кантилеверов, используемых в контактной и бесконтактной атомно-силовых модах сканирующего зондового микроскопа.
23. Параметры, влияющие на качество изображений, получаемых в контактной и бесконтактной атомно-силовых модах.
24. Микроскопия поперечных сил. Микроскопия модуляции сил.
25. Бесконтактная атомно-силовая микроскопия.
26. Режим фазового контраста в бесконтактной атомно-силовой микроскопии. Преимущества оптической микроскопии по сравнению с другими типами микроскопии.
27. Дифракционный предел оптической микроскопии. Способы преодоления дифракционного предела.
28. Устройство и принцип работы сканирующего лазерного конфокального микроскопа. Сравнение горизонтального и вертикального разрешения у обычного оптического и конфокального микроскопов.
29. Принцип построения трехмерного изображения с помощью конфокальной микроскопии.
30. Устройство и принцип работы сканирующего оптического микроскопа ближнего поля.
31. Эффекты взаимодействия электронов с веществом. Принципы работы электронной пушки.
32. Различие полевой эмиссионной и термической электронных пушек.
33. Характерная величина энергий электронов в сканирующем электронном микроскопе.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ПК-8: уметь использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач в области электроники и нанoeлектроники.

ПК-13: уметь осуществлять поиск необходимой информации посредством современных информационных технологий; владеть навыками самостоятельной работы с научной литературой и нормативной документацией.

ПК-14: знать методику использования измерительного, диагностического и технологического оборудования.

Критерии оценки:

- оценка **«зачтено»**: студент активно участвует в дискуссии, речь связная, темп речи естественный; безошибочные высказывания на протяжении всей беседы с достаточным количеством профессионально-ориентированной терминологии; допустимы заминки и непродолжительные остановки; в целом студент умеет, определяя особенности поэтики романтических и реалистических произведений, демонстрировать представление об истории, современном состоянии и перспективах развития филологии;
- оценка **«не зачтено»**: речевой вклад очень короткий, высказывания поверхностны или неясны, у студента трудности в участии в беседе, большое количество ошибок в определении рабочих понятий; студент не владеет необходимыми компетенциями.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Материалы и методы нанотехнологий» для направления подготовки для направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике».

Вопросы для подготовки к экзамену

1. История развития нанотехнологий. Основные определения: нанонаука, нанотехнология, наноинженерия, наноконсолидированные материалы.
2. Место объектов наномира на общей шкале размеров. Пространственная размерность нанообъектов. Общие закономерности поведения нанообъектов.
3. Подходы «сверху-вниз» и «снизу-вверх» к получению наноматериалов. Понятия автосборки и самосборки и примеры их реализации. Понятие молекулярного ассемблера.
4. Основные физико-химические свойства углерода, углеродная связь, гибридизация. Аллотропные формы углерода.
5. Структура графита, связь с его физическими свойствами.
6. Структура алмаза, связь с его физическими свойствами.
7. История открытия фуллеренов, связь с астрофизическими исследованиями.
8. Структура фуллеренов C_{60} и C_{70} : геометрия, тип связей, формула Эйлера.
9. Методы синтеза и очистки фуллеренов.
10. Основные физико-химические свойства фуллеренов. Соединения на основе фуллеренов.
11. Фуллериты и фуллериды: структура, фазовые переходы.
12. Эндоедральные структуры фуллеренов: методы получения и перспективы применения.
13. Области применения фуллеренов.
14. Структура одностенных углеродных нанотрубок, индексы хиральности, основные типы хиральности. Архитипичные нанотрубки.
15. Структура многослойных углеродных нанотрубок.
16. Дефекты в структуре углеродных нанотрубок и их влияние на геометрию и проводимость нанотрубок.
17. Механические свойства углеродных нанотрубок.
18. Электропроводность углеродных нанотрубок.
19. Магнитные свойства углеродных нанотрубок.
20. Метод дугового разряда для синтеза углеродных нанотрубок.
21. Метод лазерного испарения для синтеза углеродных нанотрубок.
22. Метод осаждения из газовой фазы для синтеза углеродных нанотрубок.
23. Стадии очистки углеродных нанотрубок.
24. Основные применения углеродных нанотрубок.
25. Углеродные нанолуковицы: условия наблюдения, стабильность.
26. Структура неуглеродных нанотрубок: дисульфид вольфрама, хризотил.
27. Нанокристаллические материалы. Нанокристаллическое состояние как переход от аморфного состояния к поликристаллическому. Особенности структуры зерен и межзеренного вещества в нанокристаллических материалах.
28. Методы получения нанокристаллических материалов осаждением из газовой и жидкой фазы. Недостатки методик.
29. Методы получения нанокристаллических материалов быстрым отвердеванием из расплава.
30. Метод интенсивных пластических деформаций для получения нанокристаллических материалов.
31. Рекристаллизация из аморфного состояния как метод получения нанокристаллических материалов.
32. Метастабильность нанокристаллического состояния, особенности рекристаллизации.
33. Основные физические свойства нанокристаллических материалов: механическая прочность и пластичность, диффузионные свойства.
34. Основные применения нанокристаллических материалов.

35. Субнанопористые и нанопористые материалы на основе цеолитов, их применение.
36. Пористый кремний: методы получения, особые свойства и применение.
37. Наноферромагнетики, суперпарамагнетизм, наноманнитные жидкости.
38. Нанокмползиты с гигантским магнитосопротивлением.
39. Задачи молекулярных нанотехнологий. Понятия механосинтеза, авто- и самосборки.
40. Рассмотрение работы молекулярных ассемблеров на примере биологических систем. Понятия ДНК, ген, биосинтез.
41. Стадии транскрипции и трансляции при биосинтезе белка.
42. Устройство и принцип действия ДНК чипов.
43. Супрамолекулярные системы как примеры молекулярных машин.
44. Описание эксперимента по измерению проводимости отдельной молекулы.
45. Концепция нанофабрики. Нанофабрика Криса Феникса. Фабрикаторы на базе платформ Стюарта или Меркле. Идея конструкционного тумана.
46. Доменная структура сегнетоэлектриков, процесс переключения поляризации. Основные направления развития нанотехнологий в сегнетоэлектриках.
47. Методы управления доменной структурой сегнетоэлектриков на нанометровом масштабе.
48. Квантовые ямы, проволоки и точки: энергетический спектр, методы получения и основные применения.
49. Устройство и принцип работы одноэлектронного транзистора.
50. Идея квантового компьютера. Параллелизм вычислений, типы задач, возможные пути реализации.
51. Основные применения наноматериалов в медицине.
52. Сравнительные характеристики различных микроскопических методов (оптическая микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения, сканирующая зондовая микроскопия).
53. История развития сканирующей зондовой микроскопии. Устройство и принцип действия сканирующего туннельного микроскопа. Ограничения сканирующей туннельной микроскопии.
54. Устройство и принцип действия сканирующего атомно-силового микроскопа. Назначение и принципы работы обратной связи.
55. Основные типы сканеров, применяемых в сканирующем зондовом микроскопе. Основные типы кантилеверов, используемых в контактном и бесконтактном режимах атомно-силовой микроскопии. Параметры, влияющие на качество получаемых изображений.
56. Режим микроскопии поперечных сил атомно-силового микроскопа.
57. Режим микроскопии модуляции сил атомно-силового микроскопа.
58. Режим микроскопии магнитных сил атомно-силового микроскопа.
59. Режим микроскопии электростатических сил атомно-силового микроскопа.
60. Режим микроскопии поверхностного потенциала атомно-силового микроскопа.
61. Режим сканирующей емкостной микроскопии атомно-силового микроскопа.
62. Режим сканирующей импедансной микроскопии атомно-силового микроскопа.
63. Режим силовой микроскопии пьезоотклика атомно-силового микроскопа.
64. Сканирующая лазерная конфокальная микроскопия. Принцип действия, сравнение с обычной оптической микроскопией.
65. Сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля. Преодоление оптического дифракционного предела, принцип действия, используемые типы зондов, основные режимы работы.
66. Нанофотоника. Локализация света в области нанометрического размера. Затухающие волны, поверхностные плазмоны, ближнее поле.

67. Оптические наноматериалы. Квантовая локализация электронов. Металлические наночастицы.

68. Оптические наноматериалы. Фотонные кристаллы.

69. Оптические методы нанолитографии.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ПК–8: знать основные физико-химические основы методов анализа материалов; уметь использовать базовые знания и навыки управления информацией для решения исследовательских профессиональных задач в области электроники и нанoeлектроники; владеть знаниями основ методов анализа, необходимых для решения научно-исследовательских задач.

ПК–13: знать основные методики экспериментального исследования, параметры и характеристики современных приборов и устройств; уметь осуществлять поиск необходимой информации посредством современных информационных технологий; владеть навыками самостоятельной работы с научной литературой и нормативной документацией.

ПК–14: знать методику использования измерительного, диагностического и технологического оборудования; уметь применять полученные в ходе обучения знания в практических задачах; владеть навыками организации научной деятельности.

Образец экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Кубанский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Кафедра радиофизики и нанотехнологий 11.03.04 Электро-
ника и нанoeлектроника («Нанотехнологии в электронике»)

Дисциплина «Материалы и методы нанотехнологий»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. История развития нанотехнологий. Основные определения: нанонаука, нанотехнология, наноинженерия, наноконсолидированные материалы..
2. Основные применения нанокристаллических материалов..

Зав.кафедрой

радиофизики и нанотехнологий

Копытов Г.Ф.

Оценка знаний на экзамене производится по следующим *критериям*:

– оценка **«отлично»** выставляется, если студент глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;

– оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на

вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

– оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

– оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий [Текст] = Scanning microscopy for nanotechnology : методы и применение / под ред. Уэйли Жу, Жонг Лин Уанга ; пер. с англ. С. А. Иванова, К. И. Домкина ; под ред. Т. П. Каминской. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016

2. Текуцкая Е.Е., Джимаков С.С., Долгов М.А. Методы исследования био- и наноструктур / Учебное пособие – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013.- 64 с.

3. Плескова, С. Н. Атомно-силовая микроскопия в биологических и медицинских исследованиях / С. Н. Плескова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011.

4. Карасев, В. А. Введение в конструирование бионических наносистем / В. А. Карасев, В. В. Лучинин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Физико-химические (инструментальные) методы анализа.- М.: Высшая школа, 2006;
2. Аналитическая химия: учебник для студентов ВУЗов в 3х томах, Т.1: Методы идентификации и определения веществ/ под ред. Л.Н. Москвина, М.: Академия – 2008. – 575с.

5.3 Периодические издания, научно-технические журналы

1. Журнал «Радиотехника и электроника»
2. Журнал «Радиационная биология. Радиоэкология»
3. Журнал «Биомедицинская радиоэлектроника»
4. Журнал Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. **www.izvestiya.rsm.ru**
5. Реферативный журнал «Радиотехника»
6. Журнал «Биофизика»

6. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:
<http://window.edu.ru/window>
2. Библиотека электронных учебников:
<http://www.book-ua.org/>
3. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:
<http://www.rubricon.com/>
4. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:
<http://www.college.ru/>
5. Федеральный образовательный портал:
http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm
6. Каталог научных ресурсов:
<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
7. Большая научная библиотека:
<http://www.sci-lib.com/>
8. Естественно-научный образовательный портал;
<http://www.en.edu.ru/catalogue/>
9. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека сайта EqWorld:
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/>
10. Техническая библиотека:
<http://techlibrary.ru/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

По курсу предусмотрено проведение занятий лекционного и семинарского типа. Распределение занятий по часам представлено в РПД. Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа с использованием научной литературы.

Типовые задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
1.	Введение в дисциплину «Материалы нанотехнологий»	10	Контрольные вопросы.	3

2.	Углеродные наноструктуры. Консолидированные наноматериалы. Молекулярные нанотехнологии	9	Контрольные вопросы. Защита ЛР.	2
3.	Сканирующая зондовая микроскопия	10	Контрольные вопросы. Защита ЛР.	3
4.	Проблемы безопасности, экологии и этики в развитии нанотехнологий	10	Контрольные вопросы. Защита ЛР.	3
Итого:		39		11

Занятия лекционного типа являются одной из основных форм обучения студентов, во время которых студентам предоставляется возможность ознакомиться с основными научно-теоретическими положениями, проблемами дисциплины, получить необходимое направление и рекомендации для самостоятельной работы с учебниками, учебными пособиями, при подготовке к семинарским занятиям. Лекция является результатом кропотливой подготовки преподавателя, изучения и обобщения научной и учебной литературы. Столь же усердной должна быть и подготовка студента накануне лекции, посредством изучения соответствующей учебной литературы, повторения ранее пройденных тем.

Во время лекции следует записать дату ее проведения, тему, план лекции, вопросы, которые выносятся на самостоятельное изучение, отметить новинки учебной и научной литературы, рекомендованные лектором. Студентам рекомендуется конспектировать ее основные положения, не стоит пытаться дословно записать всю лекцию, поскольку скорость лекции не рассчитана на дословное воспроизведение выступления лектора в конспекте, тем не менее она является достаточной для того, чтобы студент смог не только усвоить, но и зафиксировать на бумаге сущность затронутых лектором проблем, выводы, а также узловые моменты, на которые обращается особое внимание в ходе лекции. На лекции студенту рекомендуется иметь на столах помимо конспектов также программу курса, которая будет способствовать развитию мнемонической памяти, возникновению ассоциаций между выступлением лектора и программными вопросами. В случае возникновения у студента по ходу лекции вопросов, их следует задавать сразу же или в конце лекции в специально отведенное для этого время.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия рабочей программы дисциплины и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

- цель работы;

- предмет и содержание работы;

- порядок (последовательность) выполнения работы;

- общие правила к оформлению работы;

- контрольные вопросы и задания;

- список литературы (по необходимости).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

Самостоятельная работа содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

- теоретическую самоподготовку к лабораторным занятиям и к зачету по конспектам и учебной литературе;
- оформление отчетов по результатам лабораторных работ (о выполненной лабораторной работе студенты отчитываются преподавателю на следующем (очередном) лабораторном занятии);
- подготовка реферата по одной из тем учебной дисциплины;
- подготовка презентации по теме реферата и выступление с докладом на одном из лекционных занятий.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала и приобретению навыков экспериментальной работы.

Для запоминания лекционного материала (в том числе и в период подготовки к зачету) студенту необходимо хорошо знать свойства памяти и активно пользоваться мнемотехническими приемами, известными из учебной дисциплины «Психология и педагогика». Методические рекомендации по запоминанию можно найти и в Интернете по ключевым словам: «память»,

«мнемоника», «мнемотехника», «как запомнить учебный материал». Желательно также ознакомиться с приемами конспектирования, т.е. со способами сокращения записи слов и словосочетаний, например, применяемыми в словарях и энциклопедиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу. При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

С точки зрения методики проведения семинар представляет собой комбинированную, интегративную форму учебного занятия. Для подготовки и точного и полного ответа на семинарском занятии студенту необходимо серьезно и основательно подготовиться. Для этого он должен уметь работать с учебной и дополнительной литературой, а также знать основные критерии для написания реферата или подготовки доклада, если семинар проходит в данной форме. В конце занятия, после подведения его итогов преподавателем студентам рекомендуется внести изменения в свои конспекты, отметить информацию, прозвучавшую в выступлениях других студентов, дополнения, сделанные преподавателем и не отраженные в конспекте.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

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

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.
4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Википедия – свободная энциклопедия.
<http://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. Физическая энциклопедия
<http://www.femto.com.ua/articles/>
3. Академик – Словари и энциклопедии на Академике
http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/150/Атомная_физика/
4. Информационные ресурсы библиотеки ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»:
<http://www.kubsu.ru/University/library/resources/>
5. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:
<http://www.rubricon.com/>
6. Скопус – база данных ведущих зарубежных публикаций
www.scopus.com

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория 201С, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской.
2.	Семинарские занятия	- (Учебным планом семинарские занятия не предусмотрены.)
3.	Лабораторные занятия	Наноцентр КубГУ, укомплектованный оборудованием необходимым для проведения лабораторных работ
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 311С, оснащенная компьютерной техникой с подключением к сети Интернет
5.	Самостоятельная работа	Аудитория 311С, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

НОЦ «ДССН» КубГУ		
Лабораторные занятия по дисциплине: «Материалы и методы нанотехнологий»	Оборудование и программно-техническое оснащение учебно-научной лаборатории:	Кол-во

	Персональные электронно-вычислительные машины: CPU с частотой более 2,4 ГГц , LCD	3
	Microsoft Office 2003, 2010	3
	Операционная система Windows XP	3
	Вытяжные шкафы химические	2
	Электроплитки химические	2
	Электронные весы	1
	Сушильный шкаф	1
	Растровый электронный микроскоп сверхвысокого разрешения JEOL JSM7500F	1
	Спектрометр электронного парамагнитного резонанса JEOL JES-FA300	
	Установка магнетронного напыления Q150T ES	1
	Установка для осаждения тонких пленок CCR Copra Cube ISSA	1
	Микроинтерферометр МИИ-4М	1
	Рабочий стол	4
	Стулья	8