

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины Материалы наноструктурных установок

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

Инженерно-физические технологии в наноиндустрии (совместно с Евразийским
национальным университетом им. Л.Н. Гумилева)

(наименование образовательной программы в соответствии с направленностью (профилем))

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины Материаловедение наноструктурных установок является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области нанотехнологий, методов создания наноматериалов и приборов на их основе, методов исследования наноматериалов; развитие физического мышления и технологических навыков, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Основными **задачами** дисциплины являются:

- изучение физических и химических свойств и особенностей наноматериалов;
 - изучение методов создания наноматериалов и приборов на их основе;
 - знакомство с требованиями к продукции на основе наноматериалов и методов исследования параметров, полученных структур;
- рассмотрение вопросов роли наноматериалов в развитии технологий на предприятиях микроэлектроники.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина Материаловедение наноструктурных установок относится к вариативной части блока I учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Универсальные компетенции			
1	УК-1 Способность осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.		Государственная итоговая аттестация Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
2	УК-7 способность искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на	Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники	Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа

	основании поступающих информации и данных.		
Общепрофессиональные компетенции			
3	ОПК-1 Способность ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей.	Введение в микро- и наноэлектромеханические системы Квантовая механика в наносистемах Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники	Государственная итоговая аттестация Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
4	ОПК-3 Способность управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений		Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники Государственная итоговая аттестация Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
5	ОПК-5 Способность использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	Введение в микро- и наноэлектромеханические системы Оптические измерения	Государственная итоговая аттестация Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)			
6	ПК-7 Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления наноэлектронных изделий		Технология изготовления устройств nano- и микросистемной техники Технология производства гетероструктурных интегральных схем Технологии производства оптоэлектронной базы Технологии изготовления лазеров на основе наноструктур Государственная итоговая аттестация Государственный экзамен

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий. (УК-1)
- способность искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающей информации и данных. (УК-7)
- способность ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлений на основе естественнонаучных и математических моделей. (ОПК-1)
- способность управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений (ОПК-3)
- способность использовать инструментальной формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов (ОПК-5).
- способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий (ПК-7)

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- методы создания наноструктурированных покрытий;
- методы контроля качества наноструктурированных покрытий;
- основные методы получения различных типов наноматериалов, принцип работы, ограничения;
- контроль качества приборов и структур на основе наноматериалов;
- основные физико-химические свойства материалов;
- основные термины и аббревиатуры, в данной области исследования;
- основные технологические операции используемые на этапе разработки и технологии производства наноматериалов.

Уметь:

- находить и перерабатывать информацию, требуемую для разработки технологического процесса изготовления электромеханической схемы;
- осуществлять сбор, обработку и анализ данных;
- исследовать свойства разработанных экспериментальных образцов наноструктурированных покрытий;
- выбирать необходимые подходы и методы для составления технологического маршрута производства и создания нанообъектов, модулей и изделий на их основе;
- выбирать необходимые методы исследования наноматериалов, исходя из поставленных задач проектной работы.

Владеть:

- методами расчета свойств материалов в зависимости от их кристаллической структуры;
- диагностики и анализу на основе полученных экспериментальных данных;
- методами подготовки данных для составления обзоров, отчетов и докладов о проектной работе;
- необходимым опытом в области поиска информации;
- методами создания наноструктурированных покрытий, наноматериалов и приборов на их основе.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры		
		2	3	
Аудиторные занятия (всего)	60	24	36	
В том числе:	-	-	-	
Лекции	34	16	18	
Практические занятия (ПЗ)	26	8	18	
Семинары (С)	-	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	
Самостоятельная работа (всего)	156	120	36	
Общая трудоемкость	час зач. ед.	216 6	144 4	72 2

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Раздел №1. Наноматериалы	Первый раздел курса посвящен введению в курс «Материалы наноструктурных установок». Обучающиеся ознакомятся с классификацией наноматериалов, терминологией, используемой в этой предметной области. Узнают основные типы структур наноматериалов, отличие кристаллографических параметров и влияние кристаллической решетки на свойства наноматериалов.
2.	Раздел №2. Нанотехнологии	Второй раздел посвящён истории развития нанотехнологии. Учащиеся ознакомятся с основными понятиями и направлениями развития и технологиями, которые используются для создания наноматериалов и приборов на их основе. Например: Технологии формирования нанослоев; Ионная имплантация; Способы формирования полимерных нановолокон: вытягивание, темплатный синтез и электроформование; Способы создания наноструктурированных поверхностей; Получение наночастиц: физические методы и химические методы
3	Раздел №3 Методы исследования наноматериалов	Третий раздел посвящен изучению специальных методов, которые позволяют получать информацию о наноматериалах, используются для изучения, контроля параметров, создания новых материалов и структур. Основные методы: электронная микроскопия, спектральные методы исследования; сканирующие зондовые методы.
4	Раздел №4 Применение наноматериалов и нанотехнологий	Заключительный раздел программы включает в себя информацию о возможности использования наноматериалов и нанотехнологий в разных областях производства, таких как: микроэлектроника, оптоэлектроника и нанопотоника, биомедицина.

(Содержание указывается в дидактических единицах. По усмотрению разработчиков материал может излагаться не в форме таблицы)

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Лекц.	Практ. / семинар.	Лаб.	СРС	Всего час.
2 СЕМЕСТР						
1.	Раздел №1. Наноматериалы	8	4	-	24	36
	Тема 1.1. Основы классификации наноматериалов. Терминология	2	1	-	8	11
	Тема 1.2. Основные типы структур наноматериалов	2	1	-	8	11
	Тема 1.3. Особенности свойств наноматериалов и основные направления их использования	4	2	-	8	14
2.	Раздел №2. Нанотехнологии	8	4	-	96	108
	Тема 2.1. История развития нанотехнологий. Основные понятия и направления развития	2	1	-	6	9
	Тема 2.2. Технологии формирования нанослоев	2	1	-	6	9
	Тема 2.3. Ионная имплантация	2	1	-	6	9
	Тема 2.4. Способы формирования полимерных нановолокон: вытягивание, темплатный синтез и электроформование	2	1	-	6	9
	Выполнение курсовой работы				72	72
3 СЕМЕСТР						
3.	Раздел №3 Методы исследования наноматериалов	9	9	-	18	36
	Тема 3.1. Электронная микроскопия	3	3	-	6	12
	Тема 3.2. Спектральные методы	3	3	-	6	12
	Тема 3.3. Сканирующие зондовые методы	3	3	-	6	12
4.	Раздел №4 Применение наноматериалов и нанотехнологий	9	9	-	22	40
	Тема 4.1. Нанотехнологии в микроэлектронике, оптоэлектронике и нанофотонике.	3	3	-	5	11
	Тема 4.2. Конструкционные наноматериалы	3	2	-	5	10
	Тема 4.3. Нанотехнологии в медицине	3	2	-	5	10
	Экзамен	-	2	-	7	9

6. Лабораторный практикум не предусмотрен

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	Раздел №1. Наноматериалы	Основы классификации наноматериалов. Терминология	1
2		Основные типы структур наноматериалов	1
3		Особенности свойств наноматериалов и основные направления их использования	2
4	Раздел №2. Нанотехнологии	История развития нанотехнологий. Основные понятия и направления развития	1
5		Технологии формирования нанослоев	1
6		Ионная имплантация	1
7		Способы формования полимерных нановолокон: вытягивание, темплатный синтез и электроформование	1

8	Раздел №3 Методы исследования наноматериалов	Электронная микроскопия	3
9		Спектральные методы	3
10		Сканирующие зондовые методы	3
11	Раздел №4 Применение наноматериалов и нанотехнологий	Нанотехнологии в микроэлектронике, оптоэлектронике и нанофотонике.	3
12		Конструкционные наноматериалы	2
13		Нанотехнологии в медицине	2

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные вопросы, сценарии к проведению лекций и практических занятий, методические указания к выполнению курсовой работы, подбор вопросов для докладов. Компьютерный класс, оснащенный видеопроектором.

9. Информационное обеспечение дисциплины

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

а) программное обеспечение: Стандартное программное обеспечение ЭВМ.

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

2. Сайты министерств, ведомств, служб, производственных предприятий и компаний, деятельность которых является профильной для данной дисциплины:

- <https://www.rusnano.com/>
- <https://new.sk.ru/>

3. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

(указывается наличие печатных и электронных образовательных и информационных ресурсов)

Основная литература:

1. Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов : учебное пособие для академического бакалавриата / Э. В. Суворов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 180 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06011-9; Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/438493>
2. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие для вузов / В. И. Старосельский. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 463 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-0808-4; Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/425163>.
3. Плотников, Г. С. Микроэлектроника: основы молекулярной электроники : учебное пособие для вузов / Г. С. Плотников, В. Б. Зайцев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 166 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-03637-4; Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/438394>

4. Кудреватых, Н. В. Физика металлов. Редкоземельные металлы и их соединения : учебное пособие для вузов / Н. В. Кудреватых, А. С. Волегов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 197 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-9916-9977-8 ; Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/438152>
5. Никитенков, Н. Н. Технология конструкционных материалов. Анализ поверхности методами атомной физики : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Н. Н. Никитенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 202 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-9916-6528-5; Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/433936>

Дополнительная литература:

1. Илюшин, А. С. Дифракционный структурный анализ в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов / А. С. Илюшин, А. П. Орешко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 299 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-04324-2; Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/438750>
2. Рачков, М. Ю. Физические основы измерений : учебное пособие для академического бакалавриата / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 146 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-09510-4; Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/437556>

Периодические издания:

1. <https://www.nature.com/nmat/>
2. <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/15214095>
3. <https://www.journals.elsevier.com/materials-today>
4. <https://www.journals.elsevier.com/nano-today/>
5. <https://pubs.acs.org/journal/nalefd>

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

а) Методические указания для самостоятельной работы.

Рекомендуется использовать следующий перечень вопросов и заданий, охватывающий все темы дисциплины:

Раздел 1. Наноматериалы

Тема 1. Основы классификации наноматериалов. Терминология

- Существующие подходы к тому, как определять, что такое наноматериалы
- Основы классификации наноматериалов.
- Классификация наночастиц по размерности. Примеры.
- Классификация наночастиц по форме и размеру

Тема 2. Основные типы структур наноматериалов

- Классификация наноматериалов по химическому составу.
- Углеродные наноматериалы как основные представители данного класса

Тема 3. Особенности свойств наноматериалов и основные направления их

использования

- Свойства кластеров и их отличия от нанокристаллов.
- Нанокластеры в хроматографии и разделении газовых смесей.
- Нанокластеры и надмолекулярные структуры как хиральные селекторы
- Магнитные кластеры. Наномагниты.

Раздел 2. Нанотехнологии

Тема 1. История развития нанотехнологии. Основные понятия и направления развития

- Определение технологии и нанотехнологии. Классификация нанотехнологий.
- Основные представления о современных технологиях синтеза наноматериалов

- История развития методов контроля и диагностики наноматериалов
- Будущее нанотехнологий

Тема 2. Технологии формирования нанослоев

- Стабилизация наночастиц в процессе синтеза и на поверхности трансдьюсеров электрохимических сенсоров
- Общая характеристика способов синтеза наноматериалов
- Синтез путем объединения (от молекулы к нанокристаллам). Полимеризация как основной способ получения органических наноматериалов.

Тема 3 Ионная имплантация

- Понятие диффузии
- Радиационно-стимулированная диффузия
- Профиль распределения
- Ускорители ионов

Тема 4. Способы формирования полимерных нановолокон: вытягивание, темплатный синтез и электроформование

- Синтез надмолекулярных полимерных структур - дендримеры
- Углеродная сажа - способы получения и характеристика структуры
- Электрополимеризация и способы наноструктурирования продуктов электрополимеризации

Раздел 3. Методы исследования наноматериалов

Тема 1. Электронная микроскопия

- Характеристика электрополимеризованных наноструктурированных материалов
- История электронной микроскопии. Предпосылки, послужившие основой для создания электронного микроскопа.
- Три метода электронно-микроскопического исследования материалов.
- Детекторы рентгеновского излучения. Принцип действия на основе газового пропорционального счетчика.
- Качественный и количественный МРСА.
- Объекты, исследуемые в ПЭМ.
- Глубина фокуса в РЭМ.
- Образцы, исследуемые в МРСА. Требования к образцам.

Тема 2. Спектральные методы

- Атомная – эмиссионная спектроскопия (АЭС).
- Атомно – абсорбционная спектроскопия (ААС).
- СФ-анализ
- Люминесцентный анализ
- ИК-спектроскопия
- Хромато- масс-спектрометрия
- Термолинзовая спектроскопия
- Термические методы анализа

Тема 3. Сканирующие зондовые методы

- Устройство и принципы работы сканирующих зондовых микроскопов
- Основные методики сканирующей зондовой микроскопии
- Основные методики атомно-силовой микроскопии
- Способы описания кристаллической структуры вещества
- Интерпретация данных рентгеновской дифракции

Раздел 4. . Применение наноматериалов и нанотехнологий

Тема 1. Нанотехнологии в микроэлектронике, оптоэлектронике и нанофотонике

- Усовершенствованные методы и процессы используемые полупроводниковой технологией;
- Новые нетрадиционные процессы, такие как программное воздействие зондами с наноразмерным острием (кантилевер в зондовых микроскопах) на материал с целью его локальной модификации на уровне атомов или молекул;
- Новые материалы и новых физические эффекты.
- Квантовые точки в составе оптических сенсоров
- Квантовые точки в составе электрохимических сенсоров
- Полупроводниковые гетероструктуры
- Фотонные кристаллы
- Пленки поверхностно-активных веществ

Тема 2. Конструкционные наноматериалы

- . Синтез и использование в электроанализе квантовых точек из халькогенидов металлов
- Основные принципы получения функциональных наноматериалов.
- Металлы.
- Керамика
- Композиционные материалы

Тема 3. Нанотехнологии в медицине

- ДНК как наноматериал в составе электрохимических сенсоров
- Перспективы нанопорового анализа в медицине.
- Наноматериалы для лечения рака.
- Маркеры на основе наноматериалов.

б) Методические указания для подготовки курсовой работы

Цель выполнения курсовой работы – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, полученных студентами во время изучения дисциплины «Материаловедение наноструктурных установок», а также создание и развитие навыков исследовательской работы, умения работать с научной литературой, делать на основе ее изучения выводы и обобщения. Студенты овладевают методологией проведения научных исследований; грамотного и логичного изложения материала; аргументированного собственного отношения к рассматриваемой проблеме (теме работы).

Тема курсовой работы студентов должна:

- отвечать содержанию учебной программы для дисциплины «Материаловедение наноструктурных установок»;
- иметь четкое и короткое название;
- отвечать сущности задач, которые изучаются.

Структурными элементами курсовой работы являются:

Вводная часть

- титульный лист (образец в приложении А)
- содержание;
- введение.

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы

Приложения.

Курсовая работа оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы курсовой работы.

Титульный лист содержит наименование высшего учебного заведения, департамента, где выполнена работа; фамилия, имя, отчество автора; тема работы; шифр и наименование специальности; шифр группы; ученая степень, ученое звание, фамилия, имя и отчество руководителя работы; город и год.

Текст курсовой работы следует печатать, соблюдая следующие параметры:

- формат бумаги - А4 (210x297 мм) на одной стороне листа,
- размеры полей: левое - 30 мм, правое - 10 мм, верхнее и нижнее - 20 мм,
- абзац - 10 мм,
- шрифт Times New Roman размером 14 пт (с одинарным межстрочным интервалом) или 12 (интервал полуторный),
- форматирование - выравнивание по ширине листа,
- переносы в тексте автоматические,
- отступы и интервалы - 0 см,
- при настройке позиции «Положение на странице» - снять все галочки,
- сквозная нумерация страниц текста арабскими цифрами, включая список использованных источников и приложения (титульный лист не нумеруется). Номер страницы проставлять внизу страницы в средней ее части без точки в конце и не заключая в дефисы. Номер страницы не должен сливаться с текстом. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, компьютерные распечатки, приложения включают в общую нумерацию страниц документа. Вне зависимости от способа выполнения работы качество напечатанного текста и оформление иллюстраций (таблиц, графиков и т.п.) должно удовлетворять требованиям: равномерная плотность, контрастность и четкость букв, цифр, знаков и изображения по всей работе.

Каждый раздел (Введение, разделы основной части, Заключение) должен начинаться с новой страницы и иметь номер (арабскими цифрами) и заголовок. Раздел можно разбивать на подразделы, пункты и подпункты. Наименования разделов и подразделов должны соответствовать наименованиям, приведенным в Содержании. Разделы могут обозначаться как Главы.

Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Заголовки разделов следует располагать посередине строки, печатать прописными буквами без точки в конце.

Заголовки подразделов и пунктов следует начинать с абзацного отступа и печатать с прописной буквы без точки в конце.

Интервал между заголовками разделов и текстом должен быть не менее 6 пунктов.

Пункты и подпункты основной части следует писать с абзацного отступа.

По окончании работы необходимо тщательно отредактировать рукопись, поскольку наличие орфографических, стилистических, оформительских ошибок может отрицательно сказаться на оценке работы. Все листы работы следует сброшюровать.

Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Все иллюстрации называются Рисунок и нумеруются.

Если рисунок один, то он обозначается «Рис. 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рис. 1.1.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование. Слово «Рис.» и наименование помещают после иллюстрации и располагают по центру.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рис. А.3. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рис. 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рис. 1.2» при нумерации в пределах раздела. Сокращения слова рисунок при ссылке в тексте недопустимы.

Приложение оформляют как продолжение работы на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного раздела работы.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в выпускной работе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

На все приложения в основном тексте документа должны быть сделаны ссылки, а в содержании перечислены все приложения с указанием их номера и заголовка.

Перечень тем для выполнения курсовой работы:

- Основы классификации наноматериалов. Терминология.
- История развития нанотехнологии. Основные понятия и направления развития
- Общая характеристика способов получения наноматериалов путем диспергирования
- Синтез наноматериалов из молекулярных компонентов..
- Перспективы развития наноанализа: от наноматериалов к наносенсорам.
- Дендримеры в инструментальном химическом анализе
- Хиральное разделение с использованием наноразмерных материалов.
- Наноматериалы в составе вольтамперометрических и потенциометрических сенсоров
- Особенности получения одно- и многостенных углеродных нанотрубок, их модификация и использование.
- Применение нанокристаллов в составе оптических сенсоров. Гигантское комбинационное рассеяние света. FRET. Люминесцентные методы анализа.
- Электрохимические способы получения наноматериалов.
- Наночастицы с магнитными свойствами как метки сенсоров и биосенсоров
- Технологии формирования нанослоев.
- Нанотехнологии в медицине.
- Получение наночастиц: химические методы
- Свойства кластеров и их отличия от нанокристаллов.
- Наноматериалы для лечения рака.
- Общая характеристика способов синтеза наноматериалов.
- Классификация наноматериалов по химическому составу
- Радиационно-стимулированная диффузия
- Нанокластеры в хроматографии и разделении газовых смесей.
- Нанокластеры и надмолекулярные структуры как хиральные селекторы
- Общая характеристика способов синтеза наноматериалов.

Конструкционные наноматериалы

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Материаловедение наноструктурных установок» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, 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, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

Доцент,
Кафедра «Нанотехнологии и
микросистемная техника»
должность, название кафедры



подпись

Е.А. Гостева
инициалы, фамилия

Руководитель программы
Доцент,
Кафедра «Нанотехнологии и
микросистемная техника»
должность, название кафедры



подпись

С.В.Агасиева
инициалы, фамилия

ИО заведующего кафедрой
Доцент,
Кафедра «Нанотехнологии и
микросистемная техника»
должность, название кафедры



подпись

С.В.Агасиева
инициалы, фамилия