

Инженерная академия

(факультет институт академия)

Рекомендовано МСН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины Design of innovative product / Создание инновационного
продукта

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указывается код и наименование направления подготовки специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

(наименование образовательной программы в соответствии с направлением/профилем)

1. Цели и задачи дисциплины: Основной целью дисциплины «Design of innovative product / Создание инновационного продукта» является формирование у студентов инженерных компетенций в области инновационных разработок.

Задачи дисциплины «Design of innovative product / Создание инновационного продукта» состоят в ознакомление студентов с:

- этапами разработки инновационных изделий;
- инновационным процессом как средством повышения требуемого уровня параметров изделий;
- моделью эффективного производства изделий требуемого качества.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Design of innovative product / Создание инновационного продукта» 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-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.	История и методология науки; Психология управления	Научно-исследовательская работа
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)			
2	ПК-4 Готовность выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований, а также оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности	Технологии программирования	Научно-исследовательская работа
3	ПК-6 Способность выполнять подготовку конструкторской документации для запуска в производство и разрабатывать методики испытаний, контроля и отбраковки наностероструктурных элементов и устройств на их основе	Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники	Технологическая практика

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла; ПК-4 Готовность выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований, а также оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности; ПК-6 Способность выполнять подготовку конструкторской документации для запуска в производство и разрабатывать методики испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных элементов и устройств на их основе

(указываются в соответствии с ОК ВО РУДН)

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: - этапы разработки высокотехнологичных изделий;

- алгоритм создания нового изделия;

- тенденции уровня технологического развития;

- показатели, обеспечивающие достижение требуемого уровня параметров изделий в процессе создания изделия.

Уметь: - приобретать новые знания в предметной области;

- анализировать и систематизировать материал по созданию инновационных изделий;

- разрабатывать аналитические обзоры в области высокотехнологичных и инновационных разработок;

- проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований;

- разрабатывать проект созданию инновационной разработки.

Владеть: - основными терминами и понятиями в области инноваций;

- методами для поиска, хранения, обработки информации о высокотехнологичных и инновационных разработках;

- способностью работать с компьютером как средством управления информацией.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3	4		
Аудиторные занятия (всего)	52	36	16		
В том числе:	-			-	-
<i>Лекции</i>	26	18	8		
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	26	18	8		
<i>Семинары (С)</i>	-				
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-				
Самостоятельная работа (всего)	128	72	56		
Общая трудоемкость	час	180	108	72	
	зач. ед.	5	3	2	

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Принципы и методы разработки инновационного изделия.	Этапы разработки высокотехнологичных изделий, Граф – схема алгоритма создания нового изделия. Анализ тенденций уровня технологического развития. Анализ показателей, обеспечивающих достижение требуемого уровня параметров изделий в процессе создания изделия. Инновационный процесс как средство повышения требуемого уровня параметров изделий.
2.	Влияние конструктивно-	Анализ и моделирование технологических инноваций.

технологических факторов на производство инновационного изделия требуемого качества.	Математическая модель эффективного производства изделий требуемого качества. Структурная схема комплексной технологической оптимизации. Автоматизированное проектирование с учетом конструктивно-технологических факторов.
--	--

(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	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Принципы и методы разработки инновационного изделия.	18	18	-	-	72	108
2.	Влияние конструктивно-технологических факторов на производство инновационного изделия требуемого качества.	8	8	-	-	56	72

6. Лабораторный практикум *не предусмотрен*

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.			
2.			
...			

7. Практические занятия (семинары) *(при наличии)*

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	1	Тема «Этапы разработки высокотехнологичных изделий» Цель: изучить основные российские фонды финансирующие инновационные проекты, их требования и возможности. области применений.	18
2.	2	Тема «Математическая модель эффективного производства изделий требуемого качества» Цель: изучить стратегии коммерциализации конкретных научно-технических разработок, пути продвижения научно-технических разработок на рынок, риски и ограничений реализации инновационного проекта.	8

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные вопросы, сценарии к проведению лекций и практических занятий, 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:

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevier.com/locate/scopus/>

- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://elibrary.ru/authors.asp>

- 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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Черных, В.В. Управление разработкой и внедрением инновационного продукта: учебное пособие: [16+] / В.В. Черных; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2019. – 122 с.: табл., граф., схем. – ISBN 978-5-8158-2100-2. – Текст: электронный.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=570613&sr=1

2. Сбоева, И.А. Стратегический маркетинг инновационного продукта: учебное пособие / И.А. Сбоева; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2019. – 204 с.: ил. – ISBN 978-5-8158-2072-2. – Текст: электронный.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=560559&sr=1

3. Управление инновационной деятельностью: учебник / Т.А. Искандерова, Н.А. Каменских, Д.В. Кузнецов и др.; под ред. Т.А. Искандеровой; Финансовый университет при Правительстве РФ. – Москва: Прометей, 2018. – 354 с.: схем., табл. – ISBN 978-5-907003-35-4. – Текст: электронный. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=494876&sr=1

б) дополнительная литература:

1. Гудков А.Г. Радиоаппаратура в условиях рынка. Комплексная технологическая оптимизация. М.: «САЙНС-ПРЕСС», 2008. – 336 с., ил.

2. Чинакал В.О. Компьютерные технологии управления в технических системах [Текст/электронный ресурс]: Учебно-методический комплекс / В.О. Чинакал. - Электронные текстовые данные. - М.: Изд-во РУДН, 2013. - 212 с. - ISBN 978-5-209-05005-6; 267.14.

http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=403193&idb=0

3. Алексеенко А. Г. Введение в материалы и методы нанотехнологии [Текст/электронный ресурс]: Учебно-методический комплекс / А.Г. Алексеенко. - Электронные текстовые данные. - М.: Изд-во РУДН, 2013. - 151 с. - ISBN 978-5-209-05036-0; 214.07.

http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=403224&idb=0

3. Дубровский Р. В. Компьютерные технологии в науке и производстве [Текст/электронный ресурс]: Учебно-методический комплекс / Р.В. Дубровский. - Электронные текстовые данные. - М.: Изд-во РУДН, 2013. - 126 с. - ISBN 978-5-209-05007-0; 195.56.

http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=403270&idb=0

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:

1. Что такое технология?
2. Риски проекта.
3. Этапы разработки высокотехнологичных изделий.
4. Алгоритм создания нового изделия.
5. Основные тенденции развития высокотехнологичных производств.
6. Показатели обеспечивающие достижение требуемого уровня параметров изделий в процессе создания изделия.
7. Что такое инновации?
8. Основные задачи инноваций.
9. Моделирование технологических инноваций.
10. Анализ технологических инноваций.
11. Математическая модель эффективного производства изделий требуемого качества.
12. Структурная схема комплексной технологической оптимизации.
13. Определение комплексной технологической оптимизации.
14. Автоматизированное проектирование с учетом конструктивно-технологических факторов.
15. Основные стадии информационных технологий на этапах жизненного цикла изделия.
16. Что такое CALS-технологии?
17. Что такое CAD?
18. Что такое CAM?
19. Что такое CAE?
20. Что такое PDM?
21. Дайте определение понятия "проектирование".
22. Какие причины привели к появлению и развитию CALS-технологий?
23. Дайте определение САПР.
24. Что является целью функционирования САПР?
25. Что является объектом проектирования?
26. Пути коммерциализация научно-технических разработок.
27. Дайте характеристику этапов жизненного цикла изделия.

б) Методические указания для подготовки проекта

Тема проекта «Разработка бизнес-плана создания инновационного продукта»

Цель: разработать бизнес-план и презентацию по созданию своего инновационного продукта, доказать его новизну перспективность применения.

Структура бизнес-плана

1. Название проекта.
2. Содержание проекта.
3. Описание планируемой к производству продукции:
 - наименование продукции;
 - назначение и область применения;
 - научно-техническая новизна предлагаемых в инновационном проекте решений;
 - перспективы выпуска продукции на конкретном рынке;
 - возможность замещения, в том числе импортозамещения;
 - основные характеристики продукта, создаваемого в рамках реализации проекта (функциональное назначение, основные потребительские качества и параметры продукта);
 - конкурентоспособность продукции;
 - возможности повышения конкурентоспособности;
 - наличие или необходимость лицензирования выпуска продукции.
4. Анализ рынка:
 - размер рынка;
 - уровень удовлетворения спроса;
 - объем и емкость рынка продукта, анализ современного состояния и перспектив развития отрасли, в которой реализуется инновационный проект;
 - динамика продаж аналогов за последние 5 лет по России, СНГ, в мире;

- прогнозы развития отрасли (из независимых источников);
- основные и потенциальные конкуренты (наименования и адреса фирм - основных производителей товара, их сильные и слабые стороны);
- уровень рентабельности отрасли.

5. Маркетинговый план:

- потенциальные клиенты (заказчики);
- уровень удовлетворения спроса, его характер (равномерный или сезонный);
- особенности сегмента рынка;
- конкурентные преимущества товара (услуги);
- сравнение технико-экономических характеристик с аналогами, в том числе мировыми;
- планируемая доля рынка;
- обоснование цены на продукцию;
- стратегия продвижения продукта на рынок;
- организация сбыта.

6. План реализации проекта, с указанием этапов, конкретных получаемых результатов, временных интервалов и необходимых средств (табл.).

Наименование этапа реализации инновационного проекта	Сроки этапа	Стоимость этапа	Качественные результаты	Количественные результаты
1				
2				
...				

7. Количество сотрудников (необходимых для выполнения проекта), направление их деятельности и их квалификация.

8. Описание бизнес-модели проекта, плана продаж. Общий необходимый объем финансирования проекта.

9. Основные плановые экономические показатели (расходы на производство, выручка, чистая прибыль, рентабельность выпускаемого продукта) к концу реализации проекта.

10. Возможные типы и источники рисков, меры по их уменьшению.

11. Планы по созданию и защите интеллектуальной собственности.

Указанная структура бизнес-плана проекта является рекомендуемой. Объем бизнес-плана составляет не менее 20 страниц.

Бизнес-план оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы бизнес-плана.

Оформление бизнес-плана.

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 бизнес-плана 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 полупетельный),
- 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.

в) Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, полученных студентами во время изучения дисциплины, 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 доклада студентов должна:

- отвечать содержанию учебной программы для дисциплины;
- иметь четкое и короткое название;
- отвечать сущности задач, которые изучаются.

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

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

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы

Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

Титульный лист содержит наименование высшего учебного заведения, департамента, где выполнена работа; фамилия, имя, отчество автора; тема работы с указанием названия предприятия, на основе данных которого выполнена работа; шифр и наименование специальности; шифр группы; ученая степень, ученое звание, фамилия, имя и отчество руководителя работы; город и год.

Текст доклада 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 иллюстраций 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 неиспользования 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 докладов.

1. Рынок инноваций и товарная форма научно-технических разработок.

2. Трансфер и коммерциализация научно-технических разработок.
3. Формирование стратегии коммерциализации конкретных научно-технических разработок.
4. Пример коммерциализации научно-технической разработки.
5. Защита интеллектуальной собственности как элемент технологии внедрения (коммерциализации).
6. Реинжиниринг в технологическом процессе изготовления изделий.
7. Управление инновационной деятельностью как технологический процесс.
8. Формирование стратегии развития организации (фирмы) на основе инноваций.
9. Жизненный цикл инновации, различные технологий решения задач на разных этапах жизненного цикла продукта и организации.
10. Пути продвижения научно-технических разработок на рынок.
11. Проектирование системы продвижения продукции на рынок.
12. Оценка рисков и ограничений реализации инновационного проекта.

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Design of innovative product / Создание инновационного продукта» (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 ГИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

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



подпись

С.В.Агасиева
подпись, фамилия

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



подпись

С.В.Агасиева
подпись, фамилия

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



подпись

С.В.Агасиева
подпись, фамилия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины Аддитивные технологии

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются код и наименование направления подготовки специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

(наименование образовательной программы в соответствии с направленностью/профилем)

1. Цели и задачи дисциплины: Основной целью дисциплины «Аддитивные технологии» является формирование у студентов инженерных компетенций в области изготовления изделий с применением аддитивных технологий.

Задачи дисциплины «Аддитивные технологии» состоят в ознакомление студентов с:

- основными понятиями аддитивных технологий;
- классификацией аддитивных технологий;
- оборудованием для изготовления изделий с применением аддитивных технологий;
- расходными материалами для аддитивных технологий;
- разработкой изделий в компьютерных программах для 3D печати.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Аддитивные технологии» 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-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.	Квантовая механика в наносистемах	Психология управления
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)			
2	ПК-5. Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик	-	Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Технология нанесения тонких пленок; Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа
3	ПК-7. Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий	-	Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Технология нанесения тонких пленок;

			Материалы наноструктурных установок; Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа
4	ПК-8. Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	-	Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Технология нанесения тонких пленок; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели; ПК-5. Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик; ПК-7. Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления наноэлектронных изделий; ПК-8. Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.

(указываются в соответствии с ОК ВО РУДН)

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: - историю развития аддитивных технологий;

- - виды классификаций аддитивных технологий;
- - классификация оборудования для аддитивных технологий;
- - классификация расходного материала для аддитивных технологий;
- - возможности аддитивных технологий;

-принципы разработки изделий в компьютерных программах для 3D печати.

Уметь: - приобретать новые знания в предметной области;

- анализировать и систематизировать материал в области аддитивных технологий;
- разрабатывать аналитические обзоры в области изучения аддитивных технологий;
- проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований.

Владеть: - основными терминами и понятиями в области аддитивных технологий;

- - методами для поиска, хранения, обработки информации об аддитивных технологиях в различных источниках и базах данных;
- -способностью работать с компьютером как средством управления информацией.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2	3		
Аудиторные занятия (всего)	34	16	18		
В том числе:	-	-	-	-	-
<i>Лекции</i>	17	8	9		
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	17	8	9		

Семинары (С)	-	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	
Самостоятельная работа (всего)	146	92	54	
Общая трудоемкость	час	180	108	72
	зач, ед.	5	3	2

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Основные термины и определения. Классификация аддитивных технологий.	Основные понятия аддитивных технологий. Виды классификаций аддитивных технологий. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Характеристика рынка аддитивных технологий. Моделирование и разработка изделий в компьютерных программах для 3D печати.
2.	Оборудование и материалы для аддитивных технологий.	Классификация оборудования и расходного материала. Стереолитография. Аддитивные технологии с использованием тепловых процессов. Технологии SLS. LOM-технология. FDM-технология. Аддитивные технологии для формирования объёмных металлических структур. Полуаддитивные технологии формирования металлических трёхмерных структур. 3D печать электронных компонентов.

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

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Основные термины и определения. Классификация аддитивных технологий.	8	8	-	-	92	108
2.	Оборудование и материалы для аддитивных технологий.	9	9	-	-	54	72

6. Лабораторный практикум – не предусмотрен

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.			
2.			
...			

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	1	Тема «Исторические предпосылки появления аддитивных технологий»	4

		Цель: изучить основные этапы происхождения аддитивных технологий, их возможности, области применений, преимущества и недостатки.	
2.	1	Тема «Классификация аддитивных технологий» Цель: изучить и сравнить способы изготовления изделий с применением аддитивных технологий, их показатели.	4
3.	2	Тема «Аддитивные технологии с использованием тепловых процессов» Цель: изучить основные виды изготовления изделий с применением аддитивных технологий с использованием тепловых процессов.	4
4.	2	Тема «3D печать электронных компонентов» Цель: изучить возможности применения 3D печати (материалы, оборудование, технологический процесс) для изготовления электронных компонентов.	5

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные вопросы, сценарии к проведению лекций и практических занятий, подбор вопросов для докладов. Компьютерный класс, оснащенный видеопроектором.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение: Стандартное программное обеспечение ЭВМ.

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

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevier.com/locate/scopus/>
- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://elibrary.ru/authors.asp>
- 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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Каменев, С.В. Технологии аддитивного производства / С.В. Каменев, К.С. Романенко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017. – 145 с.: ил. Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7410-1696-1. – Текст: электронный.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=481769&sr=1

2. Переработка полимерных материалов: технологии последнего поколения / Н.В. Улитин, В.Г. Бортников, К.А. Терещенко и др.; под ред. В.Г. Бортникова; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: КНИТУ, 2018. – 124 с.: табл., ил. – Текст: электронный.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=561121&sr=1

б) Дополнительная литература:

1. Чинакал В.О. Компьютерные технологии управления в технических системах [Текст/электронный ресурс]: Учебно-методический комплекс / В.О. Чинакал. - Электронные текстовые данные. - М.: Изд-во РУДН, 2013. - 212 с. - ISBN 978-5-209-05005-6; 267,14.

http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=403193&idb=0

2. Алексеев А. Г. Введение в материалы и методы нанотехнологии [Текст/электронный ресурс]: Учебно-методический комплекс / А.Г. Алексеев. - Электронные текстовые данные. - М.: Изд-во РУДН, 2013. - 151 с. - ISBN 978-5-209-05036-0: 214.07.
http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=403224&idb=0
3. Основы быстрого прототипирования / А.Н. Поляков, А.И. Сердюк, К. Романенко, И.П. Никитина; Министерство образования и науки Российской Федерации. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург: ОГУ, 2014. – 128 с. – Текст: электронный.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259324&sr=1
4. Дубровский Р. В. Компьютерные технологии в науке и производстве [Текст/электронный ресурс]: Учебно-методический комплекс / Р.В. Дубровский. - Электронные текстовые данные. - М.: Изд-во РУДН, 2013. - 126 с. - ISBN 978-5-209-05007-0: 195.56.
http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=403270&idb=0

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:

1. Что такое технология?
2. В чем заключается различие фундаментальных естественнонаучных знаний и технологий?
3. Что такое аддитивные технологии?
4. Классификация аддитивных технологий.
5. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.
6. Стереолитография.
7. Перспективы развития аддитивных 3D технологий для производства изделий электронной техники.
8. Моделирование и разработка изделий в компьютерных программах для 3D печати.
9. Классификация оборудования и расходного материала.
10. 3-D принтер. Назначение и принцип работы.
11. Перспективы развития аддитивных технологий.
12. Методы создания и корректировки компьютерных моделей.
13. Аддитивные технологии с использованием тепловых процессов.
14. Машин и оборудование для выращивания металлических изделий.
15. Эксплуатация аддитивных установок.
16. Типы расходного материала.
17. ABS пластики.
18. 3D-печать электронных компонентов.
19. Струйное распыление расплавленного материала LMJP-(Liquid Metal Jet Printing).
20. Селективное спекание материалов.
21. Селективное лазерное спекание порошков (SLS – selective laser sintering).
22. Электронно-лучевое спекание порошков (EBM – Electron beam melting).
23. Селективное сплавление материалов.
24. Лазерное сплавление материалов.
25. Струйно-аэрозольная технология.
26. 3D MID-технологии.
27. Электродуговое наваривание в различных газовых средах (GMAW-технология / 3DMP-технология).
28. Ультразвуковая консолидация (наплавление) (UAM – Ultrasonic additive manufacturing, Fabrisonic) (сварка давлением без подогрева).

29. LOM-технология.
30. FDM-технология.

б) Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, полученных студентами во время изучения дисциплины «Аддитивные технологии», 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 доклада студентов должна:

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

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

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

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы

Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

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 доклада 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 абзачного 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 абзачного 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 иллюстраций 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, Ъ. 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 докладов.

1. История развития аддитивных технологий.
2. Технологические особенности реализации аддитивных технологий.
3. 3-D принтер.

4. Роль аддитивных технологий в создании изделий наноэлектроники.
5. Аддитивные технологии и легкое производство.
6. Аддитивные технологии и порошковая металлургия
7. Применение аддитивных технологий в различных сферах промышленности.
8. Технология выборочного лазерного спекания.
9. Технология выборочно лазерной плавки.
10. Аддитивные технологии в медицине.
11. Аддитивные технологии в оборонной промышленности.
12. Аддитивные технологии в аэрокосмической сфере.
13. Реинжиниринг в технологическом процессе изготовления изделий.
14. Технология стереолитографии.
15. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.
16. 3D-печать электронных компонентов.


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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Аддитивные технологии» (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

С.В.Агасиева
инициалы, фамилия

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


подпись

С.В.Агасиева
инициалы, фамилия

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


подпись

С.В.Агасиева
инициалы, фамилия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины _____

Введение в микро- и нанoeлектромеxанические системы _____

Рекомендуется для направления подготовки/специальности _____

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника _____

(указываются код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль) _____

Нанотехнологии

определение образовательной программы в соответствии с направленностью (профилем)

1. Цели и задачи дисциплины: Цель – обучение знаниям по различным видам микроэлектромеханических систем (гидравлические, пьезоэлектрические, магнитные, термоэлектрические и т.д.), по их физике и технологии, по основным видам наносистемной техники (наномашины, нанороботы и др.) и умению моделировать указанные устройства; задачи – активная работа студентов на лекциях и курсовых работах.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Введение в микро- и наноэлектромеханические системы» относится к базовой части блока Б1.О.01.04 (блок 1) 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-6 - Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	История и методология науки	Технологическая практика
Общепрофессиональные компетенции			
2	ОПК-1 - Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей.	Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники	Квантовая механика в наносистемах; Материалы наноструктурных установок; Строение и химические свойства наночастиц
3	ОПК-5 - Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов.	-	Технологии программирования; Материалы наноструктурных установок

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-6 - Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

ОПК-1 - Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей.

ОПК-5 - Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов.

устанавливаются в соответствии с ОК ВО РУДН

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- современные концепции естествознания, историю информатики;
- основные методы моделирования электрических схем с устройствами, изучаемыми в курсе;
- фундаментальные концепции и профессиональные результаты, системные методологии в профессиональной области;
- применять на практике методы моделирования электрических схем с устройствами, изучаемыми в курсе.

Уметь:

- осуществлять концептуальный анализ и формирование онтологического базиса при решении научных и прикладных задач в области информационных технологий;
- применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач по моделированию технических средств систем управления;
- использовать новые знания и применять их в профессиональной деятельности; системы и средства информационных технологий для решения научно-исследовательских и практических задач;

Владеть:

- основами методологии научного познания и системного подхода при изучении различных уровней организации материи, информации, пространства и времени;
- навыками решения практических задач по моделированию технических средств систем управления;
- методологией и навыками решения научных и практических задач по моделированию и применению технических средств систем управления.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры		
		1	2	
Аудиторные занятия (всего)	51	27	24	
В том числе:	-	-	-	
<i>Лекции</i>	17	9	8	
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	34	18	16	
<i>Семинары (С)</i>	-	-	-	
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-	
Самостоятельная работа (всего)	129	81	48	
Общая трудоемкость	час	180	108	72
	зач. ед.	5	3	2

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ в/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Физические основы МЭМС	Масштабные преобразования Характеристические числа
2.	Технологии МЭМС	Термическое окисление Процесс химического осаждения из газовой фазы (CVD) Процесс химического осаждения из газовой фазы при низком давлении (LPCVD) Напыление Испарение Нанесение (формовка) слоев Электролитическое нанесение (формовка) слоев Анизотропное травление Травление в сосудах Плазменное травление Реактивное ионное травление Реактивное травление ионным пучком Травление распылением Травление ионным пучком Лазерная обработка Кремниевая объемная микрообработка Кремниевая поверхностная микрообработка LIGA технология SIGA технология MUMPs (многопользовательская МЭМС технология)
3.	Актуаторы	Гидравлические актуаторы Тепловые (биметаллические) актуаторы Магнитные актуаторы Пьезоэлектрические актуаторы Электростатические актуаторы МЭМС-гироскопы Балочные (вибрационные) гироскопы Гироскоп-камертон Гироскопы по технологии imems Гироскопы с диском-вибратором Вращательные вибрационные микрогироскопы Волоконно-оптические гироскопы Радиочастотные МЭМС-ключи МЭМС-конденсаторы и индуктивности Антенные МЭМС МЭМС-генераторы
4.	НЭМС	Нанoeлектромеханические преобразователи Наномашинны Биороботы Адресная доставка лекарств Адресная доставка индикаторов

(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	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Физические основы МЭМС	4	8			32	44
2.	Технологии МЭМС	4	9			32	45
3.	Актуаторы	5	9			33	47
4.	НЭМС	4	8			32	44

6. Лабораторный практикум – не предусмотрен

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.			
2.			
...			

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	1.	Характеристические тела	8
2.	2.	Кремниевая объемная микрообработка Кремниевая поверхностная микрообработка PIGA технология	9
3.	3.	Тепловые (биметаллические) актуаторы Магнитные актуаторы Пьезоэлектрические актуаторы Электростатические актуаторы МЭМС-гироскопы	9
4.	4.	Наномашины Биороботы Адресная доставка лекарств	8

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные вопросы, сценарии к проведению лекций и практических занятий, подбор вопросов для докладов. Компьютерный класс, оснащенный видеопроектором.

Оборудование кафедры «Нанотехнологии и микросистемная техника» инженерной академии РУДН.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение: Стандартное программное обеспечение ЭВМ.

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

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevier.com/locate/scopus/>

- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://elibrary.ru/authors.asp>

- 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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Нано- и микросистемная техника. От исследований к разработкам. Сборник статей. Под редакцией Мальцева П.П. Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.
<https://www.technosfera.ru/lib/book/125?read=1>
2. Остертак Д. И. Микроэлектромеханика : учеб. пособие / Д. И. Остертак. -Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. -120 с. - 60 экз. - ISBN 978-5-7782-2901-3.
3. Vasilyev V.Y. Ruthenium thin film growth kinetics under thermally activated pulsed chemical vapor deposition conditions. Chap. 3. / V.Y. Vasilyev // Advances in Chemistry Research. - New York: Nova Science Publishers, Inc., 2017. -Vol. 39. -P. 109-140. -ISBN 978-1- 53612-613-6.
4. Кирчанов В.С. Наноматериалы и нанотехнологии: учебное пособие / В.С.Кирчанов; Пермский нац. исслед. политех. ун-т. – Пермь. Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та 2016– 193 с.
5. Гридчин А. В. Проектирование электронной компонентной базы в ANSYS WORKBENCH : учеб. пособие/ А. В. Гридчин, В. А. Колчужин, В. А. Гридчин. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. -83 с. -100 экз. - ISBN 978-5-7782-3138-2

б) дополнительная литература

1. Гайдук Ю. С., Савицкий А. А., Реутская О. Г., Таратын И. А. Полупроводниковые газовые датчики на основе композиции оксида вольфрама и оксида индия // Нано- и микросистемная техника. Том 20. № 4 С.232 (2017).
2. Бройко А. П., Алексеев Н. И., Каленов В. Е., Корляков А. В., Лагош А. В., Лучинин В. В., Хмельницкий И. К. ИПМК-актюатор: модель, расчет и анализ процессов // Нано- и микросистемная техника. Том 20. № 4 С.242 (2017).
3. Шалимов А. С., Тимошенко С. П., Головинский М. С., Долговых Л. И., Калутин В. В., Чжо Мье Аунг. Обеспечение работы и самокалибровки МЭМС-инклинометра в условиях воздействия различных внешних воздействующих факторов // Нано- и микросистемная техника. Том 20. № 2 С.124 (2017).

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:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание темы
1.	Физические основы МЭМС	Масштабные преобразования Характеристические числа
2.	Технологии МЭМС	Термическое окисление Процесс химического осаждения из газовой фазы (CVD) Процесс химического осаждения из газовой фазы при низком давлении (LPCVD) Напыление Испарение Нанесение (формовка) слоев Электролитическое нанесение (формовка) слоев Анизотропное травление Травление в сосудах Плазменное травление

		Реактивное ионное травление Реактивное травление ионным пучком Травление распылением Травление ионным пучком Лазерная обработка Кремниевая объемная микрообработка Кремниевая поверхностная микрообработка LIGA технология SIGA технология MUMPs (многопользовательская МЭМС технология)
3.	Актуаторы	Гидравлические актуаторы Тепловые (биметаллические) актуаторы Магнитные актуаторы Пьезоэлектрические актуаторы Электростатические актуаторы МЭМС-гироскопы Балочные (вибрационные) гироскопы Гироскоп-камертон Гироскопы по технологии imems Гироскопы с диском-вибратором Вращательные вибрационные микрогироскопы Волоконно-оптические гироскопы Радиочастотные МЭМС-ключи МЭМС-конденсаторы и индуктивности Антенные МЭМС МЭМС-генераторы
4.	НЭМС	Нанозелектромеханические преобразователи Наномашины Биороботы Адресная доставка лекарств Адресная доставка индикаторов

б) Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, полученных студентами во время изучения дисциплины «Введение в микро- и нанозелектромеханические системы», 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 доклада студентов должна:

- отвечать содержанию учебной программы для дисциплины «Введение в микро- и нанозелектромеханические системы»;
- иметь четкое и короткое название;
- отвечать сущности задач, которые изучаются.

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

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

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

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 доклада 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 иллюстраций 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, Ъ. 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 докладов:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Название темы
1.	Физические основы МЭМС	Масштабные преобразования Характеристические числа
2.	Технологии МЭМС	Термическое окисление Процесс химического осаждения из газовой фазы (CVD) Процесс химического осаждения из газовой фазы при низком давлении (LPCVD) Напыление Испарение Нанесение (формовка) слоев Электролитическое нанесение (формовка) слоев Анизотропное травление Травление в сосудах Плазменное травление Реактивное ионное травление Реактивное травление ионным пучком Травление распылением Травление ионным пучком Лазерная обработка Кремниевая объемная микрообработка Кремниевая поверхностная микрообработка LIGA технология SIGA технология MUMPs (многопользовательская МЭМС технология)
3.	Актуаторы	Гидравлические актуаторы Тепловые (биметаллические) актуаторы

		Магнитные актюаторы Пьезоэлектрические актюаторы Электростатические актюаторы МЭМС-гироскопы Балочные (вибрационные) гироскопы Гироскоп-камертон Гироскопы по технологии imems Гироскопы с диском-вибратором Вращательные вибрационные микрогироскопы Волоконно-оптические гироскопы Радиочастотные МЭМС-ключи МЭМС-конденсаторы и индуктивности Антенные МЭМС МЭМС-генераторы
4.	НЭМС	Наноэлектромеханические преобразователи Наномашины Биороботы Адресная доставка лекарств Адресная доставка индикаторов

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Введение в микро- и наноэлектромеханические системы» (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:

Профессор,

Кафедра «Нанотехнологии и
микросистемная техника»
должность, название кафедры


подпись

В.В. Беляев
инициалы, фамилия

Руководитель программы

Доцент,

Кафедра «Нанотехнологии и
микросистемная техника»
должность, название кафедры


подпись

С.В. Агасьева
инициалы, фамилия

ИО заведующего кафедрой

Доцент,

Кафедра «Нанотехнологии и
микросистемная техника»
должность, название кафедры


подпись

С.В. Агасьева
инициалы, фамилия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины Квантовая механика в наносистемах

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указывается код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

(определяется образовательной программой в соответствии с направленностью (профилем))

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины Квантовая механика в наносистемах является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области нанотехнологий, физических процессах, происходящих в полупроводниковых материалах и приборных структурах; развитие физического мышления и технологических навыков, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение основ физики твердого тела;
- изучение физических и химических свойств и особенностей наноматериалов;
- изучение закономерности проявления физико-химических свойств материалов в зависимости от размерных характеристик, кристаллической структуры, физической модели

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина Квантовая механика в наносистемах 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			
I	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники.	Аддитивные технологии; Психология управления
Общепрофессиональные компетенции			
1	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.	Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники; Введение в микро- и нанoeлектромеханические системы;	Материалы наноструктурных установок; Строение и химические свойства наночастиц
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)			
3	ПК-3 Готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области	Технологии программирования	Строение и химические свойства наночастиц

нанотехнологии и микросистемной техники		
---	--	--

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

-Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3)

-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. (ОПК-1)

-Готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники (ПК-3)

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:

- 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 свойства материалов в зависимости от их физико-химических характеристик;
- методами создания наноструктурированных покрытий, наноматериалов и приборов на их основе.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	2
Аудиторные занятия (всего)	60	36	24
В том числе:	-	-	-
<i>Лекции</i>	26	18	8
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	34	18	16
<i>Семинары (С)</i>	-	-	-
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	120	72	48
Общая трудоемкость	час	180	108
	зач. ед.	5	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Раздел №1. Корпускулярно – волновой дуализм.	Спектр излучения абсолютно черного тела, фотоэффект, эффект Комптона, гипотеза Л. Де Бройля и опыты по дифракции электронов.
2.	Раздел №2. Спин и тождественность частиц.	Открытие спина. Магнетон Бора. Оператор спина, Уравнение Паули. Свойства матриц Паули. Принцип тождественности частиц. Многоэлектронные атомы. Элементарная теория химических сил.
3.	Раздел №3. Законы дисперсии для свободных электронов и пустой решетки.	Законы дисперсии для свободных электронов и пустой решетки. Квазинимпульс и квазичастица. Непрерывность и разрывность закона дисперсии. Прохождение и отражение волн от решетки. Малый периодический решеточный потенциал. Разложение потенциала в ряд Фурье. Разрешенные и запрещенные области энергии.
4.	Раздел №4. Построение зоны Бриллюэна, понятие эффективной массы	Полное внутреннее отражение на границах зон Бриллюэна. Параболичность закона дисперсии около дна зоны проводимости и потолка валентной зоны. Эффективная масса и кривизна закона дисперсии. Действие электрического поля на электрон около потолка валентной зоны. Свободные электроны и дырки. Связь ширины запрещенной зоны с эффективной массой и прочностью кристалла.
5.	Раздел №5. Туннелирование	Свободный электрон как плоская волна. Туннелирование (подбарьерное прохождение). Надбарьерное отражение. Резонансное туннелирование. Самофокусировка. Принцип неопределенностей Гейзенберга.

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

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Лекц.	Практ. / семинар.	Лаб.	СРС	Всего час.
I СЕМЕСТР						
1.	Раздел №1. Корпускулярно – волновой дуализм.	6	6	-	24	36
	Тема 1.1. Спектр излучения абсолютно черного тела, фотоэффект, эффект Комптона	2	2	-	8	12
	Тема 1.2. Гипотеза Л. Де Бройля	2	2	-	8	12
	Тема 1.3. Дифракция электронов	2	2	-	8	12
2.	Раздел №2. Спин и тождественность частиц.	6	6	-	24	36
	Тема 2.1. Открытие спина. Магнетон Бора. Оператор спина.	2	2	-	8	12
	Тема 2.2. Уравнение Паули. Свойства матриц Паули.	2	2	-	8	12
	Тема 2.3. Принцип тождественности частиц. Многоэлектронные атомы.	2	2	-	8	12
3.	Раздел №3. Законы дисперсии для свободных электронов и пустой решетки.	6	6	-	24	36

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Лекц.	Практ. / семинар.	Лаб.	СРС	Всего час.
	Тема 3.1. Законы дисперсии для свободных электронов и пустой решетки. Квазимпульс и квазичастица. Непрерывность и разрывность закона дисперсии.	2	2	-	8	12
	Тема 3.2. Прохождение и отражение волн от решетки. Малый периодический решеточный потенциал. Разложение потенциала в ряд Фурье.	2	2	-	8	12
	Тема 3.3. Разрешенные и запрещенные области энергии	2	2	-	8	12
2 СЕМЕСТР						
4.	Раздел №4. Построение зоны Бриллюэна, понятие эффективной массы	4	8	-	20	32
	Тема 4.1. Полное внутреннее отражение на границах зон Бриллюэна	2	4	-	10	16
	Тема 4.2. Эффективная масса и кривизна закона дисперсии	2	4	-	10	16
5.	Раздел №5. Туннелирование	4	8	-	28	40
	Тема 5.1. Свободный электрон как плоская волна. Туннелирование (подбарьерное прохождение). Надбарьерное отражение. Резонансное туннелирование.	2	3	-	10	15
	Тема 5.2. Самофокусировка. Принцип неопределенностей Гейзенберга.	2	3	-	10	15
	Экзамен	-	2	-	8	10

6. Лабораторный практикум не предусмотрен

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	Раздел №1. Корпускулярно – волновой дуализм	Спектр излучения абсолютно черного тела. фотоэффект. эффект Комптона	2
2		Гипотеза Л. Де Бройля	2
3		Дифракция электронов	2
4	Раздел №2. Спин и тождественность частиц	Открытие спина. Магнетон Бора. Оператор спина.	2
5		Уравнение Паули. Свойства матриц Паули.	2
6		Принцип тождественности частиц. Многоэлектронные атомы.	2
7	Раздел №3. Законы дисперсии для свободных электронов и пустой решетки.	Законы дисперсии для свободных электронов и пустой решетки. Квазимпульс и квазичастица. Непрерывность и разрывность закона дисперсии.	2
8		Прохождение и отражение волн от решетки. Малый периодический решеточный	2

		потенциал. Разложение потенциала в ряд Фурье.	
9		Разрешенные и запрещенные области энергии	4
10	Раздел №4. Построение зоны Бриллюэна, понятие эффективной массы	Полное внутреннее отражение на границах зон Бриллюэна	4
11		Эффективная масса и кривизна закона дисперсии	4
12	Раздел №5. Туннелирование	Свободный электрон как плоская волна, Туннелирование (подбарьерное прохождение), Надбарьерное отражение, Резонансное туннелирование.	3
13		Самофокусировка. Принцип неопределенностей Гейзенберга.	3

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные вопросы, сценарии к проведению лекций и практических занятий, 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:

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>
- РИИЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://clibrary.ru/authors.asp>
- 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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

(указывается наличие печатных и электронных образовательных и информационных ресурсов)

Основная литература:

1. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие для вузов / В. Н. 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>.
2. 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>
3. Кудреватых, П. В. Физика металлов, Редкоземельные металлы и их соединения : учебное пособие для вузов / П. 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>
4. 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:

- Спектр излучения абсолютно черного тела, фотоэффект
- Эффект Комптона
- Гипотеза Л. Де Бройля
- Опыты по дифракции электронов
- Открытие спина.
- Магнетон Бора.
- Оператор спина.
- Уравнение Паули.
- Свойства матриц Паули.
- Принцип тождественности частиц.
- Многоэлектронные атомы.
- Элементарная теория химических сил.
- Законы дисперсии для свободных электронов и пустой решетки.
- Квазиимпульс и квазичастица.
- Непрерывность и разрывность закона дисперсии.
- Прохождение и отражение волн от решетки.
- Малый периодический решеточный потенциал.
- Разложение потенциала в ряд Фурье.
- Разрешенные и запрещенные области энергии.
- Полное внутреннее отражение на границах зон Бриллюэна.
- Параболичность закона дисперсии около дна зоны проводимости и потолка валентной зоны.
- Эффективная масса и кривизна закона дисперсии.
- Действие электрического поля на электрон около потолка валентной зоны.
- Свободные электроны и дырки.
- Связь ширины запрещенной зоны с эффективной массой и прочностью кристалла
- Свободный электрон как плоская волна.

- Туннелирование (подбарьерное прохождение).
- Надбарьерное отражение.
- Резонансное туннелирование.
- Самофокусировка.
- Принцип неопределенностей Гейзенберга.

б) Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, полученных студентами во время изучения дисциплины «Квантовая механика в наносистемах», 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 доклада студентов должна:

- отвечать содержанию учебной программы для дисциплины «Квантовая механика в наносистемах»;
- иметь четкое и короткое название;
- отвечать сущности задач, которые изучаются.

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

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

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы

Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

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 доклада 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 представлять 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 иллюстраций 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 докладов:

- Индексы Миллера. Вектор обратной решетки.
- Ячейки Браве
- Координационное число и способы определения радиуса для разных типов кристаллических решеток.
- Виды межатомных связей
- Состояния вещества
- Сплавы с памятью формы и другие удивительные материалы и их свойства
- Законы симметрии кристаллов
- Метод Лауэ
- Рост кристаллов в природе. Натуральные и синтетические кристаллы
- Энергия связи кристаллов.
- Энергия Маделунга
- Суть метода Эвьена
- Сопоставление различных типов связей
- Электрон в идеальном кристалле
- Законы дисперсии для свободных электронов и пустой решетки.
- Квазиимпульс и квазичастица.
- Непрерывность и разрывность закона дисперсии.
- Прохождение и отражение волн от решетки. Малый периодический решеточный потенциал.
- Разрешенные и запрещенные области энергии.
- Полное внутреннее отражение на границах зон Бриллюэна.
- Параболичность закона дисперсии около дна зоны проводимости и потолка валентной зоны.
- Свободные электроны и дырки.
- Связь ширины запрещенной зоны с эффективной массой и прочностью кристалла.
- Металлы, диэлектрики и полупроводники
- Собственные и примесные полупроводники
- Зависимость проводимости полупроводников от температуры
- Примесная проводимость
- Проводимость полупроводников
- Работа выхода электрона из металла
- Термоэлектронная эмиссия
- закон Ричардсона-Деннмена
- Контактная разность потенциалов
- Законы Вольты
- Термоэлектрические явления
- Эффект Томсона
- Фотопроводимость
- Внешний и внутренний фотоэффект
- Понятие p-n-перехода
- Уровни Ферми
- Вентильный фотоэффект
- Построение зонной диаграммы p-n-перехода с прямым и обратным смещением
- Принцип работы светодиода
- Транзистор n-p-n-типа
- Фазовое пространство.
- Функции распределения Больцмана.
- Функции распределения Ферми.
- Функции распределения Бозе
- Вырожденный электронный газ.

- Образование зон из резонансных уровней.
- Эталонные зонные диаграммы металла, полупроводника и диэлектрика.

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины « Квантовая механика в наносистемах » (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. Агасева
инициалы, фамилия

НО заведующего кафедрой

Доцент,

Кафедра «Нанотехнологии и
микросистемная техника»
должность, название кафедры


подпись

С.В. Агасева
инициалы, фамилия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины Материалы наноструктурных установок

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются год и наименование направления подготовки специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

(наименование образовательной программы в соответствии с направлением/профилем)

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины Материалы 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 Материалы 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)
Общепрофессиональные компетенции			
1	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 нанозлектромеханические системы; Квантовая механика в наносистемах; Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники	Строение и химические свойства наночастиц
2	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 нанозлектронной и микросистемной техники
3	ОПК-5 Способность использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное	Введение в микро- и нанозлектромеханические системы; Технологии программирования	-

	обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов		
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)			
4	ПК-7 Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий	Аддитивные технологии	Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Технология нанесения тонких пленок; Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа
Универсальные компетенции			
5	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий		

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- 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. (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 инструментарий 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)
- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1)

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:	-	-	-
<i>Лекции</i>	34	16	18
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	26	8	18
<i>Семинары (С)</i>	-	-	-
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	156	84	72
Общая трудоемкость	час	216	108
	зач. ед.	5	3

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 нанофотоника, 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	Леки.	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	-	60	72
	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				36	36
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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Лекц.	Практ. / семинар.	Лаб.	СРС	Всего час.
	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)	Трудо-емкость (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 формирования 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.elsevier.com/locate/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. Волгов. — 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 наностоев

- Стабилизация наночастиц в процессе синтеза и на поверхности транзьюсеров 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. Принципы 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 «Материалы 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 вышускают 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, Ъ. 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 «Материалы 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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

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

1. Цели и задачи дисциплины: формирование необходимого объема знаний, умений и навыков, позволяющих развить компетенции в области надежности устройств наноэлектронной и микросистемной техники, усвоение знаний и получение навыков по обеспечению надежности на всех этапах жизненного цикла устройств и управлению программами обеспечения надежности новой техники и технологий; приобретение навыков по конструкторско-технологической оптимизации устройств на основе наноприборов, а также по составлению инженерных методик выполнения конструкторско-технологической оптимизации устройств на основе наноприборов.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники» относится к вариативной части блока 1 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)
Общепрофессиональные компетенции			
1	ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	Материалы наноструктурных установок	-
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)			
1	ПК-1 Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	-	Научно-исследовательская работа
2	ПК-2 Готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты	-	Оптические измерения; Диагностические системы в нанотехнологиях
3	ПК-6 Способность выполнять подготовку конструкторской документации для запуска в производство и разрабатывать методики испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных элементов и устройств на их основе	Создание инновационно гопродукта; Design of innovative product / Создание инновационного продукта	Технологическая практика

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3; ПК-1; ПК-2; ПК-6

определяются в соответствии с ОС ВО РУДН

В результате формирования компетенции ОПК-3 студент должен:

Знать: технологические процессы и принципы построения технологического оборудования изготовления наноприборов: основные методы, технической, технико-экономической и правовой оценки разных способов решения задач.

Уметь: выбрать метод решения задачи исходя из ее постановки в профессиональной сфере и смежных областях знаний.

Владеть: современными программно-информационными средствами разработки и оформления конструкторско-технологической документации в соответствии с действующими стандартами.

В результате формирования компетенции ПК-1 студент должен:

Знать: виды ресурсов и технологий для решения профессиональных задач; основные методы, технической, технико-экономической и правовой оценки разных способов решения задач.

Уметь: проводить анализ поставленной цели как модели планируемого результата и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов.

Владеть: методиками разработки цели (целеполагания) и задач проекта.

В результате формирования компетенции ПК-2 студент должен:

Знать: основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.

Уметь: выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.

Владеть: способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.

В результате формирования компетенции ПК-6 студент должен:

Знать: стандарты, устанавливающие требования к составу и содержанию конструкторско-технологической документации.

Уметь: разрабатывать и оформлять конструкторско-технологическую документацию.

Владеть: современными программно-информационными средствами разработки и оформления конструкторско-технологической документации в соответствии с действующими стандартами.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры				
		3	4	-	-	
Аудиторные занятия (всего)	59	27	32	-	-	
В том числе:	-	-	-	-	-	
<i>Лекции</i>	34	18	16	-	-	
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	25	9	16	-	-	
<i>Семинары (С)</i>	-	-	-	-	-	
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-	-	-	
Самостоятельная работа (всего)	157	45	112	-	-	
Общая трудоемкость	час	216	72	144	-	-
	зач. ед.	6	2	4	-	-

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Надежность элемента. Надежность технических систем	<p>Введение – 2 часа.</p> <p>Место дисциплины в общем цикле подготовки дипломированного специалиста. Факторы, определявшие и определяющие развитие теории надежности. Актуализация опорных знаний (входной контроль знаний студента по дисциплинам, необходимым для освоения курса).</p> <p>Основные термины и определения теории надежности – 2 часа.</p> <p>Надежность как комплексное свойство ТС: безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость. Работоспособность, отказ, неисправность, восстановление. Временные понятия, остаточные и назначенные ресурс, срок службы и др. Абстрактное описание функционирования ТО с точки зрения его надежности, схема состояний и событий восстанавливаемого ТО. Действующие нормативные акты в области надежности технических систем: основные государственные и отраслевые стандарты, руководящие документы и справочники.</p> <p>Показатели надежности: точечные оценки и доверительные интервалы. Прогнозирование показателей надежности. Факторы, влияющие на надежность ТС. – 2 часа.</p> <p>Критерии и показатели надежности. Виды классификаций. Расчетные, экспериментальные, эксплуатационные и экстраполяционные показатели надежности. Единичные и комплексные показатели надежности. Проблема прогнозирования показателей надежности. Факторы, влияющие на надежность ТС. Климатические, ударно-вибрационные и др. факторы. Профилактическое обслуживание. Тренировки, отработочные и предпусковые испытания. Контроль качества и входной контроль надежности.</p> <p>Надежность технических систем. Основное соединение – 2 часа.</p> <p>Способы описания функционирования технических систем в смысле их надежности: структурная схема системы, функции алгебры логики, матрица состояний системы, граф состояний системы, описание функционирования системы с помощью уравнений типа массового обслуживания, описание функционирования системы с помощью интегральных уравнений. Основные расчетные соотношения для показателей безотказности системы с основным соединением.</p>

		<p>Технические системы с резервированием – 4 часов.</p> <p>Понятие резервирования (введения избыточности) технических систем. Основные подходы к классификации технических систем с резервируемыми элементами. Резервирование невосстанавливаемых систем. Системы с целой и дробной кратностью. Горячий (нагруженный), облегченный и холодный (ненагруженный) резерв. Скользящее резервирование и системы типа k из n.</p> <p>Надежность систем при общем и отдельном резервировании. Модели, методы анализа и расчет надежности систем с последовательно-параллельной структурой, со сложной структурой. Основное свойство резервирования. Сравнение способов резервирования. Учет надежности переключателей резерва. Расчет надежности системы при двух типах отказов. Выигрыш надежности резервированных невосстанавливаемых систем.</p>
2.	<p>Методы повышения надежности, определение и контроль</p>	<p>Методы повышения надежности – 4 часа.</p> <p>Основные этапы и программа обеспечения надежности. Классификация способов повышения надежности. Сравнительный анализ методов повышения надежности и проблемы их практической реализации.</p> <p>Марковские процессы в теории надежности – 4 часа.</p> <p>Основные положения теории марковских случайных процессов для прогнозирования показателей надежности. Условия применимости модели. Правила получения уравнений Колмогорова-Чепмена.</p> <p>Надежность технических систем с восстановлением – 4 часов.</p> <p>Расчет надежности систем с последовательно-параллельной структурой. Марковская модель надежности. Полумарковская модель надежности. Расчет надежности систем со сложной структурой. Коэффициент и функция готовности системы. Средняя наработка до отказа системы. Средняя наработка на отказ. Вероятность безотказной работы.</p> <p>Испытания на надежность: определительные и контрольные – 3 часа.</p> <p>Экспериментальное исследование надежности. Виды испытаний на надежность. Определительные испытания на надежность. Контрольные испытания на надежность. Ускоренные испытания на надежность.</p>
3.	<p>Проблемы обеспечения качества производства наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе</p>	<p>Конструкторско-технологические аспекты изготовления устройств на базе наноприборов – 4 часа.</p> <p>Формирование показателей надежности устройств на базе наноприборов – 4 часа.</p> <p>Проблемы обеспечения качества производства устройств на базе наноприборов на примере смесителей</p>

		радиосигналов СВЧ-диапазона на основе резонансно-туннельных диодов – 4 часа.
4.	Закономерности формирования постепенных отказов наноприборов и устройств на их основе	Структурная схема формирования и изменения эксплуатационных параметров наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе – 4 часа. Влияние изменения в процессе деградации параметров резонансно-туннельной структуры на электрические характеристики смесителей радиосигналов СВЧ диапазона на основе резонансно-туннельных диодов – 4 часа. Анализ влияния технологических погрешностей на выходные электрические параметры устройств на основе наноприборов – 4 часа.
5.	Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов	Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов по критерию максимальной гамма-процентной наработки до отказа – 4 часа. Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов с учетом экспертных оценок поля допустимых значений его выходных параметров – 4 часа. Курсовая работа

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Надежность элемента. Надежность технических систем	8	4	-	-	20	32
2.	Методы повышения надежности. определение и контроль	10	5	-	-	25	40
3.	Проблемы обеспечения качества производства наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе	6	6	-	-	28	40
4.	Закономерности формирования постепенных отказов наноприборов и устройств на их основе	6	6	-	-	28	40
5.	Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов	4	4	-	-	56	64

6. Лабораторный практикум не предусмотрен.

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1.	1	Решение задач по теме «Специальные показатели безотказности восстанавливаемых технических объектов» – 2 часов. Решение задач по теме «Технические системы с резервированием» – 2 часов.	4

2.	2	Решение задач по теме «Марковские процессы в теории надежности» – 2 часа. Решение задач по теме «Надежность технических систем с восстановлением» – 3 часа.	5
3.	3	Оценка надежности приборов наноэлектроники (функционирующих на квантоворазмерных эффектах) и систем на их основе – 3 часа. Анализ проблем обеспечения качества производства устройств на базе наноприборов на примере смесителей радиосигналов СВЧ-диапазона на основе резонансно-туннельных диодов – 3 часа.	6
4.	4	Анализ влияния изменения в процессе деградации параметров резонансно-туннельной структуры на электрические устройства на основе РТД – 3 часа. Расчет надежности с учетом деградационных (постепенных отказов) – 3 часа.	6
5.	5	Задача конструкторско-технологической оптимизации устройств на основе наноприборов по критерию максимальной гамма-процентной наработки до отказа – 2 часа. Задача конструкторско-технологической оптимизации устройств на основе наноприборов с учетом экспертных оценок поля допустимых значений его выходных параметров – 2 часа.	4

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

На первом занятии каждый студент получает в электронном виде полный комплекс учебно-методических материалов по дисциплине, включающий программу, лекционный курс и другие материалы.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

Семинарские занятия проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для прогнозирования, определения, контроля и управления надежностью технических систем.

Самостоятельная работа студентов включает проработку лекционного курса, подготовку к семинарам, контрольным мероприятиям, экзамену и пр. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде их личных портфолио, которые учитываются на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№ п/п	Вид занятий	Вид и наименование оборудования
1.	Лекционные и практические занятия	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющие выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; компьютерные классы.
2.	Самостоятельная работа	библиотека, имеющая рабочие места для студентов; выставочные залы; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение:

- офисный пакет приложений – Office
- пакет прикладных программ для вычислений: MATLAB/Simulink.

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

- Free MTBF Calculator: <http://aldservice.com/Reliability-Software/free-mtbf-calculator.html>;
- Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии РОССТАНДАРТ: <http://www.gost.ru/wps/portal/pages.CatalogOfStandarts>;
- Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия ФГУП «Стандартинформ»: <http://www.gostinfo.ru> и <http://www.standards.ru/default.aspx>;
- Профессиональный журнал для специалистов по качеству «Методы менеджмента качества»: <http://www.ria-stk.ru/mmq/detail.php>;
- Журнал для предприятия «Стандарты и качество»: <http://www.ria-stk.ru/stq/detail.php>;
- Научно-технический журнал «Надежность»: <http://www.dependability.ru/jour>;
- Журнал «Нанотехнологии: разработка, применение XXI век»: http://www.radiotec.ru/journal_section/17;
- Информационно-поисковая система Российских патентных документов: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/;
- Информационно-поисковая система патентного ведомства США: <http://www.uspto.gov/patents-application-process/search-patents>;
- Сообщество исследователей и преподавателей в области нанотехнологии: <https://nanohub.org/>;
- Видеолекции:
Показатели надежности: <https://www.youtube.com/watch?v=WiPQc8AG244> (часть 1), <https://www.youtube.com/watch?v=tvX3b8pk6wE> (часть 2);
Надежность цепей. Параллельное и последовательное соединение: <https://www.youtube.com/watch?v=RpfXSJE1pTM>;
Is MTTF a Measure of Reliability: <https://www.youtube.com/watch?v=8BZwcSY7dS0>, <https://www.youtube.com/watch?v=xFRizlhP0D8>.

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Шиммарёв, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для вузов / В. Ю. Шиммарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09368-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/ocode/473175>
2. Анферов В. Н., Васильев С. И., Кузнецов С. М. Надежность технических систем. — Directmedia, 2018.
3. Durivage M. A. The certified reliability engineer handbook. — Quality Press, 2017.
4. Walker H. F., Benbow D. W., Elshennawy A. K. The Certified Quality Technician Handbook. — Quality Press, 2018.
5. Шашурин В.Д., Ветрова Н.А., Иванов Ю.А. и др. Нанотехнология и микромеханика: учеб. пособие. — Ч. 5: Надежность наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. — 84

б) дополнительная литература

1. ГОСТ 27.ххх-хх «Надежность в технике».
2. Практикум по надежности технических систем, Лисунов Е.А.: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2015. 240 с. Ссылка на электронную версию в электронно-библиотечной системе издательства «Лань»: <https://e.lanbook.com/reader/book/56607/#149>
3. Малафеев С.И., Копейкин А.И. «Надежность технических систем. Примеры и задачи»: Учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2016. 316 с. Ссылка на электронную версию в электронно-библиотечной системе издательства «Лань»: <https://e.lanbook.com/reader/book/2778/#3>
4. Нанотехнология и микромеханика. Часть 5. Надежность наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе. В.Д.Шашурин, Н.А.Ветрова, Ю.А.Иванов и др: Учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ И.Э.Баумана, 2012. 84 с.
5. Испытания на надежность технических систем. Н.А. Ветрова, А.Г.Гудков, С.А.Козубяк и др.: Учебно-методическое пособие. М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2015. 84 с.
6. Ускоренные испытания на надежность технических систем. В.Д. Шашурин, Н.А. Ветрова, В.В. Назаров, Н.Г. Серегин: Учебно-методическое пособие — М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2016. 48 с.
7. Шашурин В.Д., Башков В.М., Ветрова Н.А. Надежность технических систем. Резервирование, восстановление М.: МГТУ. 2009. 60 с.
8. Обеспечение надежности сложных технических систем. Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Миронов А.Н. и др.: Учебник. СПб.: Лань, 2016. 352 с. Ссылка на электронную версию в электронно-библиотечной системе издательства «Лань»: <https://e.lanbook.com/reader/book/86013/#1>
9. nanoHUB-U: Fundamentals of Nanoelectronics - Part A: Basic Concepts, 2nd Edition. <https://nanohub.org/courses/FON1>.
10. Nano-to-Macro Transport Processes: Video Lectures Prof. Gang Chen — Massachusetts Institute of technology <https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-57-nano-to-macro-transport-processes-spring-2012/video-lectures/>
11. Москалок В.А., Тимофеев В.И., Федяй Ф.В. Сверхбыстродействующие приборы электроники: Учеб.пособие. К.: ИТУУ «КПИ», 2012. 480 с.
12. Расчёт показателей надёжности радиоэлектронных средств : учеб.-метод. пособие / С. М. Боровников, И. Н. Цырельчук, Ф. Д. Троян; под ред. С. М. Боровникова. Минск : БГУИР, 2010. 68 с.
13. Ветрова Н.А., Шашурин В.Д., Куимов Е.В. Повышение эффективности модели обеспечения надежности устройств нанозлектроники на GaAs/AlGaAs-гетероструктурах с поперечным токопереносом в рамках моделирования их ВАХ // Нанотехнологии: разработка, применение XXI век. 2016. Т.8, №4. С.37-42.

14. Комплексная технологическая оптимизация инкубатора тромбоцитов / Н.А.Ветрова [и др.] // Нанотехнологии: разработка, применение XXI век. 2017. Т. 9, №1. С.12-18.
15. Технологическая оптимизация устройства для безопасного хранения тромбоцитосодержащих трансфузионных сред / Н.А.Ветрова [и др.] // Медицинская техника. 2017. №4. С. 18-21.
16. Справочник нормативного характера. М.: 22 ЦНИИ МО РФ. 2006. 641 с.

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:

1. Определение понятия «надежность». Надежность - комплексное свойство ТС.
2. Абстрактное описание функционирования ТС с точки зрения надежности. Ось состояний и ось наработки.
3. Виды классификаций количественных показателей надежности ТС.
4. Методы повышения надежности ТС. Виды резервирования. Кратность резервирования.
5. Количественные показатели безотказности ТС.
6. Общее резервирование с целой кратностью. Горячее включение.
7. Количественные показатели долговечности ТС.
8. Общее резервирование с целой кратностью. Облегченное включение.
9. Надежность системы при основном соединении элементов.
10. Надежность системы при параллельном соединении элементов.
11. Количественные показатели сохраняемости ТС.
12. Раздельное резервирование с целой кратностью. Горячее включение.
13. Гамма-процентная наработка до отказа. Средняя наработка до отказа и на отказ.
14. Количественные показатели ремонтпригодности ТС.
15. Вероятность безотказной работы, вероятность отказа и интенсивность отказов.
16. Поток отказов и его параметр.
17. Общее резервирование с целой кратностью. Холодное включение.
18. Раздельное резервирование с целой кратностью. Облегченное включение.
19. Раздельное резервирование с целой кратностью. Холодное включение.
20. Сравнительная характеристика общего и раздельного резервирования с целой кратностью.
21. Резервирование с дробной кратностью. Мажоритарное резервирование.
22. Комплексные показатели надежности ТС.
23. Определение основных показателей надежности восстанавливаемых элементов.
24. Надежность технической системы, работающей в условиях наличия отказов и восстановлений. Дискретнонепрерывный случайный марковский процесс.
25. Иерархическая структура технической системы. Элемент-система. Кривая «жизни» элементов ТС.
26. Уравнение Колмагорова-Чепмена. Коэффициент готовности ТС.
27. Классификация состояний ТС. Отказы и повреждения, ремонт и восстановление ТС.
28. Правила получения уравнения Колмагорова-Чепмена.
29. Вывод уравнения Колмагорова-Чепмена для системы с двумя состояниями и двумя потоками.
30. Специальные показатели надежности для восстанавливаемых элементов.
31. Дegrадационные отказы. Расчет показателей надежности гетероструктур и приборов на их основе.
32. Определительные испытания на надежность.
33. Контрольные испытания на надежность.
34. Планирование испытаний на надежность.
35. Надежность ПО: основные понятия, подходы к расчету показателей надежности.
36. Конструкторско-технологические аспекты изготовления устройств на базе наноприборов.
37. Формирование показателей надежности устройств на базе наноприборов.

38. Проблемы обеспечения качества производства устройств на базе наноприборов на примере смесителей радиосигналов СВЧ-диапазона на основе резонансно-туннельных диодов.
39. Структурная схема формирования и изменения эксплуатационных параметров наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе.
40. Влияние изменения в процессе деградации параметров резонансно-туннельной структуры на электрические характеристики смесителей радиосигналов СВЧ диапазона на основе резонансно-туннельных диодов.
41. Анализ влияния технологических погрешностей на выходные электрические параметры устройств на основе наноприборов.
42. Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов по критерию максимальной гамма-процентной наработки до отказа.
43. Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов с учетом экспертных оценок поля допустимых значений его выходных параметров.

б) Методические указания для подготовки доклада

Примерные темы аналитических обзоров и докладов:

1. Основные статистические модели теории надежности.
2. Математические модели функционирования технических объектов в смысле надежности.
3. Расчет надежности с учетом деградационных отказов (для случая диффузионного немонотонного распределения наработки до отказа).
4. Надежность в технике. Управление устареванием (ГОСТ Р 27.203-2012).
5. Надежность в технике. Управление надежностью. Условия проведения испытаний на безотказность и статистические критерии и методы оценки их результатов. (ГОСТ Р 27.607-2013).
6. Надежность в технике. Выбор способов и методов резервирования (Р 50-54-82-88). Оптимальное резервирование.
7. Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным (РД 50-690-89).
8. Надежность в технике. Критерии проверки постоянства интенсивности отказов и параметра потока отказов (ГОСТ Р МЭК 60605-6-2007).
9. Статистические методы. Точечные оценки, доверительные, предикционные и толерантные интервалы для экспоненциального распределения (ГОСТ Р 50779.26-2007 (МЭК 60605-4:2001)).
10. Инженерные методики выполнения конструкторско-технологической оптимизации радиоэлектронных устройств на основе наноприборов, и другие.

Требования к представлению аналитических обзоров и докладов:

Реферат – это самостоятельная научно-исследовательская работа, в которой должна быть раскрыта суть исследуемой проблемы, автор доклада приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Содержание материала должно быть логичным, изложение материала носит проблемно-поисковый характер. Основные виды учебных докладов: доклад, доклад-конспект, тематический доклад. Основная цель тематического доклада (аналитического обзора) – систематизированное обобщение, раскрытие и критический анализ содержания различных документов, посвященных конкретному тематическому вопросу.

Этапы работы над докладом: Подбор и изучение основных источников по теме (как правило, не менее 8-10). Составление библиографии. Обработка и систематизация информации. Разработка плана доклада. Написание доклада. Разработка скриптов для численных примеров по теме, формирование pdf-publish. Подготовка презентации и раздаточного материала для доклада в аудитории. Выступление с результатами исследования в аудитории на занятии.

Выбор темы доклада осуществляется студентом в начале изучения дисциплины. Не позднее, чем за 7 дней до защиты (выступления) доклад представляется на рецензию преподавателю в электронном комплекте (непосредственно текстовый файл с докладом, презентация, текст доклада, m-файлы) и распечатанном скрепленном виде. Оценка проставляется при наличии рецензии и после защиты доклада.

Объем доклада – не менее 25 страниц текста, оформленного в соответствии со следующими требованиями. Доклад выполняется на страницах белой бумаги формата А4, шрифт – Times New Roman; кегль – 14; заголовки – полужирный шрифт Times New Roman (14 кегль); междустрочный интервал – 1,5; абзацный отступ (красная строка) – 1,27 см; все поля (верхнее, нижнее, левое, правое) – 2 см. Нумерация страниц доклада и приложений производится внизу посередине арабскими цифрами без знака «№». Титульный лист считается первым, но не нумеруется. Страница с оглавлением, таким образом, имеет номер «2».

Требования к рисункам: рисунки должны быть представлены как в тексте доклада, так и отдельными файлами формата *.tif, *.jpg с разрешением не менее 300 dpi. Все рисунки и фотографии должны быть чёрно-белыми. Если на одном графике представлены несколько зависимостей, то необходимо использовать маркеры или различные типы линий (штриховая, пунктирная, штрихпунктирная и т.п.). Ширина рисунка – 85 мм или 175 мм. Высота – не более 100 мм. Размер литерных и буквенных обозначений на рисунках (в том числе подписей по осям) должен быть равен размеру букв в тексте при указанных выше размерах рисунка. Подрисуночные подписи должны быть достаточно подробными для того, чтобы рисунок можно было понять, не обращаясь к основному тексту доклада.

Требования к таблицам: все таблицы должны иметь заголовки; ширина таблицы – 85 мм или 175 мм.

Формулы набираются в редакторе MS Equation или MathType. Латинские буквы набираются курсивом, греческие – прямым шрифтом, обозначения функций (grad, exp и т.п.) – прямым шрифтом.

Типовая структура доклада:

1. Титульный лист.
2. Оглавление.
3. Введение. (Цель введения – знакомство с сущностью излагаемого вопроса, с современным состоянием проблемы; формулировка цели и задач работы. Ознакомившись с введением, читатель должен ясно представить себе, о чем дальше пойдет речь. Объем введения – не более 1-2 страницы. Умение кратко и, по существу, излагать свои мысли – это одно из достоинств автора. Иллюстрации в раздел «Введение» не помещаются)
4. Основная часть. (Следующий после «Введения» раздел должен иметь заглавие, выражающее основное содержание доклада, его суть. В этом разделе должен быть структурирован по разделам и подробно представлен материал, полученный в ходе изучения различных источников информации (литературы). Все сокращения в тексте должны быть расшифрованы. Ссылки на авторов цитируемой литературы должны соответствовать номерам, под которыми они идут по списку литературы.)
5. Выводы по работе.
6. Заключение. (Формулировка заключения требует краткости и лаконичности. В этом разделе должна содержаться информация о том, насколько удалось достичь поставленной цели, значимость выполненной работы, предложения по практическому использованию результатов, возможное дальнейшее продолжение работы.)
7. Список литературы (Имеются в виду те источники информации, которые имеют прямое отношение к работе и использованы в ней. При этом в самом тексте работы должны быть обозначены номера источников информации, под которыми они находятся в списке литературы, и на которые ссылается автор. Эти номера в тексте работы заключаются в квадратные скобки, рядом через запятую указываются страницы, которые использовались как источник информации, например: [1, С.18]. В списке литературы эти квадратные скобки не ставятся. Оформляется список использованной литературы со всеми выходными данными. Он

оформляется по порядку упоминания в тексте и имеет сквозную нумерацию арабскими цифрами.).

8. Приложения (материалы с вопросами, тестами и задачами для контроля освоения темы, pdf-publish, m-files, блок-схемы и т.д.).

9. Презентация (с раздаточным материалом)

Критерии оценки учебного доклада:

- выполнение работы в отведенный срок;
- соответствие темы доклада содержанию;
- достаточность и современность привлеченных к рассмотрению источников;
- аналитичность работы;
- методологическая корректность;
- нетривиальность суждений;
- новизна взгляда;
- обоснованность выводов;
- логичность построения, проблемно-поисковый характер изложения материала;
- использование понятийного аппарата;
- соответствие стандарту стиля работы и оформления доклада.

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники» (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

Н.А. Ветрова
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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

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

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области нанотехнологий и микросистемной техники, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Изучение дисциплины «Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники» предусматривает приобретение знаний о применениях нанотехнологий и микросистемной техники в различных областях науки и техники. Предусматривается изучение наноматериалов и наноструктур, материалов и устройств нано- и микросистемной техники, приборов и устройств на их основе, нанотехнологий и методов нанодиагностики.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина по выбору 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 дисциплины)
Универсальные компетенции			
1	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.	-	Квантовая механика в наносистемах; Аддитивные технологии; Психология управления
2	УК-7. Способен: 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	-	Технологии программирования

	достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.		
Общепрофессиональные компетенции			
1	ОПК-1. Способен 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; Материалы наноструктурных установок; Строение и химические свойства наночастиц
2	ОПК-2. Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента.	История и методология науки	-

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.
- УК-7. Способен:
 - 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 поступающих информации и данных.
- ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей.
- ОПК-2. Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр				
		1	2	-	-	
Аудиторные занятия (всего)	34	18	16	-	-	
В том числе:	-	-	-	-	-	
<i>Лекции</i>	17	9	8	-	-	
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	17	9	8	-	-	
<i>Семинары (С)</i>	-	-	-	-	-	
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-	-	-	
Самостоятельная работа (всего)	146	90	56	-	-	
Общая трудоемкость	час	180	108	72	-	-
	зач. ед.	5	3	2	-	-

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы)
1	Основы нанотехнологий и микросистемной техники.	Понятия нанотехнологий. История возникновения нанотехнологий. Размерные эффекты, характерные особенности и свойства наночастиц. Технологии «сверху-вниз» и «снизу-верх». Классификация наноматериалов. Обзор наноматериалов и наноструктур (углеродные нанотрубки, фуллерены, квантовые точки, наноразмерные гетероструктуры и др.).
2	Применение нанотехнологий и микросистемной техники	Наноматериалы для адресной доставки лекарств. Перспективы применения резонансно-туннельных диодов. Надёжность РТД. Прозрачные проводящие структуры и покрытия.
3	Методы исследования и диагностики в нанотехнологиях и микросистемной технике	Классификация методов диагностики и контроля. Анализ размеров, формы и удельной поверхности наночастиц. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Спектральный анализ наноматериалов.

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

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зап.	Лаб. зап.	Семина	СРС	Всего час.
<i>1 семестр</i>							
1.	Основы нанотехнологий и микросистемной техники.	3	3	-	-	20	26
2.	Применение нанотехнологий и микросистемной техники	6	6	-	-	44	56
	Зачет с оценкой						27
<i>2 семестр</i>							
3.	Методы исследования и диагностики в нанотехнологиях и	8	8			37	53

микросистемной технике						
Зачет с оценкой						18
Всего:	17	17	-	-	146	180

6. Лабораторный практикум (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.			
2.			
...			

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1.	1.	Обзор наноматериалов и наноструктур	3
2.	2.	Примеры применения нанотехнологий и микросистемной техники	6
3.	3.	Методы исследования и диагностики в нанотехнологиях и микросистемной технике	8

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория с перечнем материально-технического обеспечения	Местонахождение
Учебные аудитории №554 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект специализированной мебели: технические средства: плазменный телевизор Samsung PS-50 A410C1	115419, Москва, ул. Орджоникидзе, дом 3, стр. 4

9. Информационное обеспечение дисциплины

Осуществление образовательного процесса по дисциплине базируется на использовании следующих информационных технологий:

а) программное обеспечение: Стандартное программное обеспечение ЭВМ.

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

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://elibrary.ru/authors.asp>

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>

- 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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Нанотехнологии в электронике : монография. Вып. 3 / Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М. : Техносфера, 2015. - 480 с. : ил. - ISBN 978-5-94836-422-3 : 0.00.
2. Техпология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В.А. Рогов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 190 с. : ил. - (Авторский учебник). - ISBN 978-5-534-00528-8 : 399.00.
3. Наноматериаловедение : учебное пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидупович. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 511 с. : ил. - ISBN 978-985-06-2356-0 : 0.00.
4. Избранные труды. Нанотехнологии : монография / Ж.И. Алфёров. - М. : ИД "Магистр-Пресс", 2013. - 272 с. - ISBN 978-5-89317-229-4 : 0.00.
5. Введение в материалы и методы нанотехнологии : учебно-методический комплекс / А.Г. Алексеенко. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2013. - 151 с. - ISBN 978-5-209-05036-0 : 214.07.
6. Применение инфракрасной спектроскопической эллисометрии в наноинженерии: монография / М.О. Макеев, С.А. Мешков, Ю.А. Иванов. - Москва: РУДН, 2018. - 144 с.
7. Мионов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учебное пособие для студентов старших курсов / Институт физики микроструктур РАН. Нижний Новгород, 2004, 114 с.

б) дополнительная литература:

1. Актуальные проблемы современной нанотехнологии : учебно-методический комплекс / Г.Г. Малинецкий. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2013. - 168 с. - ISBN 978-5-209-05034-6 : 230.62.
2. Технология тонких пленок и покрытий: учебное пособие / Л. Н. Маскаева, Е. А. Федорова, В. Ф. Марков ; под общей редакцией Л. Н. Маскаевой ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-7996-2560-3.
3. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур : учебное пособие / В.Б. Тимофеев. - Электронные текстовые данные. - СПб. : Лань, 2015. - 512 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1745-2.
4. Исследование поверхности методом Оже-спектроскопии : методические указания к лабораторной работе по курсу "Методы диагностики в нанотехнологиях" / М.О. Макеев, С.А. Мешков, Ю.А. Иванов, Н.В. Федоркова. - Москва : РУДН, 2020. - 71 с. : ил. - ISBN 978-5-209-10512-1 : 282.65.
5. В.А. Швец, Е.В. Спесивцев. Эллисометрия. Учебно-методическое пособие к лабораторным работам. / Новосибирск, издательство НГУ, 2013. 87 с.
6. Взаимодействие электронного пучка с образцом. ФТИ им. А.Ф. Иоффе. 2010. http://phys.spbau.ru/files/ElBeamInt_v.n1.0_1.pdf

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

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования: «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности; удовлетворение потребностей личности в получении соответствующего образования».

Решение этих задач невозможно без такого элемента обучения как самостоятельная работа студентов над учебным материалом. Однако, повысить качество самостоятельной работы можно только при ответственном отношении преподавателя за развитие навыков самостоятельной работы и повышение творческой активности студентов.

В ходе практических занятий студенту рекомендуется конспектировать основное

содержание курса. При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучающихся. Целесообразно при проведении практических занятий по всем разделам программы иллюстрировать практический материал большим количеством примеров, что позволяет усилить наглядность изложения и продемонстрировать обучаемому приемы решения задач.

В процессе освоения дисциплины, в рамках самостоятельной работы студент: работает с литературой в библиотеке РУДН; использует ресурсы информационно-коммуникационной сети «Интернет».

Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, 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 доклада студентов должна:

- отвечать содержанию учебной программы для дисциплины;
- иметь четкое и короткое название;
- отвечать сущности задач, которые изучаются.

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

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

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы

Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

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 доклада 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 полусторонний),
- 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 иллюстраций 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.

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

По данной дисциплине обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и дистанционно с использованием возможностей электронной образовательной среды (Учебного портала) и электронной почты.

В ходе аудиторных учебных занятий используются различные средства интерактивного обучения, в том числе, групповые дискуссии, мозговой штурм, деловые игры, проектная работа в малых группах, что дает возможность включения всех участников образовательного процесса в активную работу по освоению дисциплины. Такие методы обучения направлены на совместную работу, обсуждение, принятие группового решения, способствуют сплочению группы и обеспечивают возможности коммуникаций не только с преподавателем, но и с другими обучаемыми, сотрудничество в процессе познавательной деятельности.

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может производиться по утвержденному индивидуальному графику с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, что подразумевает индивидуализацию содержания, методов, темпа учебной деятельности обучающегося, возможность следить за конкретными действиями студента при решении конкретных задач, внесения, при необходимости, требуемых корректировок в процессе обучения.

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники» (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

М.О. Максев
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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины Педагогика высшей школы

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются код и наименование направления подготовки специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

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

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель дисциплины – овладение основами профессионально-педагогической культуры преподавателя высшей школы, ознакомление будущих преподавателей с общей проблематикой, методологическими и теоретическими основами педагогики высшей школы, современными технологиями анализа, планирования и организации обучения и воспитания, коммуникативными технологиями субъект-субъектного взаимодействия преподавателя и студента в образовательном процессе вуза.

В ходе изучения дисциплины сформировать у магистрантов способности:

1. владеть основами профессионально-педагогической культуры преподавателя высшей школы;
2. оценивать коммуникативные технологии субъект – субъектного взаимодействия преподавателя и студента в образовательном процессе вуза;
3. анализировать систему высшего профессионального образования;
4. применять традиционные и инновационные методы и формы организации обучения, новые образовательные технологии в высшей школе;
5. оценить инновационные методы и формы организации обучения.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Педагогика высшей школы» относится к *вариативной* части блока 1 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)
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-педагогической)			
2	ПК-9. Способен проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием по учебным дисциплинам предметной области данного направления	Психология управления	Педагогическая практика
3	ПК-10. Способен принимать участие в разработке учебно-методических материалов и лабораторных практикумов для студентов по дисциплинам предметной области	-	Педагогическая практика

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Способен проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием по учебным дисциплинам предметной области данного направления (ПК-9)

Способен принимать участие в разработке учебно-методических материалов и лабораторных практикумов для студентов по дисциплинам предметной области (ПК-10)

(указываются в соответствии с ОС ВО РУДН)

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры		
		5	6	
Аудиторные занятия (всего)	30	18	12	
В том числе:	-	-	-	
<i>Лекции</i>	15	9	6	
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	15	9	6	
<i>Семинары (С)</i>	-	-	-	
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-	
Самостоятельная работа (всего)	150	90	60	
Общая трудоемкость	час	180	108	72
	зач. ед.	5	3	2

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Педагогическая наука и ее место в системе наук о человеке	Педагогическая наука и ее место в системе наук о человеке. Современная парадигма высшего образования. Система высшего профессионального образования. Методология педагогической науки. Профессиональная и коммуникативная компетентность преподавателя высшей школы. Теория обучения в высшей школе (дидактика). Содержание высшего образования. Организация процесса обучения на основе кредитной системы обучения в высшей школе.
2.	Традиционные и инновационные методы и формы организации обучения	Традиционные и инновационные методы и формы организации обучения. Новые образовательные технологии в высшей школе. Организация самостоятельной работы студентов в условиях кредитной технологии. Технология составления учебно-методических материалов. Теория научной деятельности высшей школы. Высшая школа как социальный институт воспитания и формирования личности специалиста. Куратор в системе высшего образования. Менеджмент в образовании.
3.	Тенденции развития	Мегатенденции развития образования и Болонский процесс, овладением лекторским, кураторским мастерством с использованием различных стратегий и методов обучения/воспитания.

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

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего
-------	---------------------------------	-------	-------------	-----------	--------	-----	-------

							час.
1.	Педагогическая наука и ее место в системе наук о человеке.	5	5	-	-	50	60
2.	Традиционные и инновационные методы и формы организации обучения	5	5	-	-	50	60
3.	Тенденции развития	5	5	-	-	50	60

6. Лабораторный практикум – не предусмотрен

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.			
2.			
...			

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1	1	Теория обучения в высшей школе (дидактика).	5
2	2	Технология составления учебно-методических материалов.	5
3	3	Овладением лекторским, кураторским мастерством с использованием различных стратегий и методов обучения	5

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные вопросы, сценарии к проведению лекций и практических занятий, подбор вопросов для докладов. Компьютерный класс, оснащенный видеопроектором.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение: Стандартное программное обеспечение ЭВМ.

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

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>
- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://elibrary.ru/authors.asp>
- 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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Педагогика высшей школы. Сборник заданий [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Э. В. Андреева, В. И. Качуровский; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Электрон. дан. – Пермь, 2019. – 1,49 Мб; 88 с. – Режим доступа:

<http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/andreevakachurovskij-pedagogika-vysshij-shkoly.pdf>. –

2. Гнатик Е.Н.

Современная химическая картина мира [Электронный ресурс] : Учебно-методическое пособие по дисциплине "Концепции современного естествознания" / Е.Н. Гнатик. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2018. - 28 с. - ISBN 978-5-209-08370-2.

б) Дополнительная литература:

1. Зеленев, Л.А. История и методология науки : учебное пособие / Л.А. Зеленев, А.А. Владимиров, В.А. Щуров. - 3-е изд., стереотип. - Москва : Издательство «Флинта», 2016. - 473 с. - ISBN 978-5-9765-0257-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83087>.
2. Найдыш Вячеслав Михайлович. Концепции современного естествознания [Текст/электронный ресурс] : Учебник / В.М. Найдыш. - 4-е изд., перераб. : Электронные текстовые данные. - М. : КноРус, 2016, 2018. - 360 с. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-406-05314-0. - ISBN 978-5-406-06041-4 ; 678,48.
3. Стрельник, О. Н. Концепции современного естествознания : конспект лекций / О. Н. Стрельник. — Москва : Издательство Юрайт, 2015. — 223 с. — (Серия : Хочу все сдать). — ISBN 978-5-9916-1913-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/384008>.

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

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

1. Педагогическая наука и ее место в системе наук о человеке.
2. Современная парадигма высшего образования.
3. Система высшего профессионального образования.
4. Методология педагогической науки.
5. Профессиональная и коммуникативная компетенция преподавателя высшей школы.
6. Теория обучения в высшей школе (дидактика).
7. Содержание высшего образования.
8. Организация процесса обучения на основе кредитной системы обучения в высшей школе.
9. Традиционные и инновационные методы и формы организации обучения.
10. Новые образовательные технологии в высшей школе.
11. Организация самостоятельной работы студентов в условиях кредитной технологии.
12. Технология составления учебно-методических материалов.
13. Теория научной деятельности высшей школы.
14. Высшая школа как социальный институт воспитания и формирования личности специалиста.
15. Куратор в системе высшего образования.
16. Менеджмент в образовании.
17. Мегатенденции развития образования и Болонский процесс, овладением лекторским, кураторским мастерством с использованием различных стратегий и методов обучения/воспитания.

б) Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, полученных студентами во время изучения дисциплины «Аддитивные технологии», 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 доклада студентов должна:

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

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

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

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы

Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

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 доклада 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 докладов.

1. Тенденции развития систем высшего образования в мире.
2. Государственный образовательный стандарт высшей школы.
3. Содержание высшего образования.
4. Реформы в России по обновлению содержания высшего образования.
5. Основные концепции развития естественно-научного и инженерно-технического образования в системе высшего профессионального образования в России.
6. Образование в современном мире: состояние и тенденции развития.
7. Технологии обучения в системе высшего образования.
8. Высшее образование в системе непрерывного образования. Концепция многоуровневого образования.
9. Современные концепции обучения в высшей школе.
10. Психолого-педагогические закономерности обучения в высшей школе.
11. Авторские дидактические системы.

12. Самостоятельная работа студентов и формы её организации.
13. Развитие творчества студентов.
14. Контроль в учебном процессе высшей школы.
15. Тесты и тестовые задания в высшей школе.
16. Оценка, отметка как составная часть контроля.
17. Проблемное обучение в высшей школе.
18. Модульное обучение в высшей школе.
19. Деловые игры в учебном процессе.
20. Активизация учебно-познавательной деятельности студентов.

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Педагогика высшей школы» (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

С.В.Агасиева
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

Инженерная академия

(факультет институт академия)

Рекомендовано МСЧН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины Психология управления

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

(определяется образовательной программой в соответствии с направленностью (профилем))

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель дисциплины – обеспечение научной подготовки высококвалифицированных специалистов на основе изучения фундаментальных понятий психологии управления, создание предпосылок для теоретического понимания и практического применения важнейших аспектов сферы управления в процессе профессионального становления.

В ходе изучения дисциплины сформировать у магистрантов способности:

1. понимать современное состояние теории и практики психологии управления в объеме, оптимальном для использования в последующей профессиональной деятельности;
2. анализировать методологические проблемы психологического анализа управленческих процессов и явлений;
3. применять и описывать психологические методы изучения отдельных лиц и социальных групп (общностей) в целях повышения эффективности управления;
4. объяснять основные психологические особенности деятельности отдельных людей и групп, являющихся объектами управления;
5. систематизировать основные психологические особенности деятельности субъектов управления; устанавливать сущность и содержание психологической подготовки субъектов управленческой деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Психология управления» относится к *вариативной* части блока 1 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-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	История и методология науки	Создание инновационного продукта
2	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники; Квантовая механика в наносистемах; Аддитивные технологии	Педагогическая практика
Общепрофессиональные компетенции			
1	ОПК-2 Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента	История и методология науки; Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники	Педагогическая практика

Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-педагогической)		Педагогика высшей школы
2	ПК-9. Способен проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием по учебным дисциплинам предметной области данного направления	

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2)

Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3)

Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента (ОПК-2)

Способен проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием по учебным дисциплинам предметной области данного направления (ПК-9)

(указываются в соответствии с ОС ВО РЭУД)

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	18	18
В том числе:	-	-
Лекции	9	9
Практические занятия (ПЗ)	9	9
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (всего)	90	90
Общая трудоемкость	час зач. ед.	108 3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Основные направления современного менеджмента	Предмет, основные принципы психологии управления, личность в управленческих взаимодействиях.
2.	Психологические требования в бизнес-технологиях и в управлении	Управление поведением личности, современные представления об управлении по ценностям, психология управления групповыми явлениями и процессами.

3.	Психологические основы эффективности управленческой деятельности, связанной со взаимодействием с людьми	Психологические особенности личности руководителя, индивидуальный стиль управления, психология влияния в управленческой деятельности, управление конфликтными ситуациями.
----	---	---

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

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Основные направления современного менеджмента	3	3	-	-	30	36
2.	Психологические требования в бизнес-технологиях и в управлении	3	3	-	-	30	36
3.	Психологические основы эффективности управленческой деятельности, связанной со взаимодействием с людьми	3	3	-	-	30	36

6. Лабораторный практикум – не предусмотрен

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.			
2.			
...			

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1	1	Основные принципы психологии управления	3
2	2	Психология управления групповыми явлениями и процессами	3
3	3	Управление конфликтными ситуациями	3

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные вопросы, сценарии к проведению лекций и практических занятий, подбор вопросов для докладов. Компьютерный класс, оснащенный видеопроектором.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение: Стандартное программное обеспечение ЭВМ.

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

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS [http://www.elsevier.com/locate/scopus/](http://www.elsevier.com/locate/scopus)
- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://elibrary.ru/authors.asp>
- 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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Педагогика высшей школы. Сборник заданий [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Э. В. Андреева, В. И. Качуровский; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Электрон. дан. – Пермь, 2019. – 1,49 Мб; 88 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/andreevakachurovskij-pedagogika-vysshej-shkoly.pdf>. –

2. Гнатик Е.Н.

Современная химическая картина мира [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по дисциплине "Концепции современного естествознания" / Е.Н. Гнатик. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2018. - 28 с. - ISBN 978-5-209-08370-2.

б) дополнительная литература:

Зеленов, Л.А. История и методология науки : учебное пособие / Л.А. Зеленов, А.А. Владимиров, В.А. Щуров. - 3-е изд., стереотип. - Москва : Издательство «Флинта», 2016. - 473 с. - ISBN 978-5-9765-0257-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83087>.

1. Найдыш Вячеслав Михайлович.

Концепции современного естествознания [Текст/электронный ресурс]: Учебник / В.М. Найдыш. - 4-е изд., перераб.; Электронные текстовые данные. - М.: КноРус, 2016. - 2018. - 360 с. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-406-05314-0. - ISBN 978-5-406-06041-4; 678.48.

2. Стрельник, О. Н. Концепции современного естествознания : конспект лекций / О. Н. Стрельник. — Москва : Издательство Юрайт, 2015. — 223 с. — (Серия : Хочу все знать). — ISBN 978-5-9916-1913-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/384008>.

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

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

1. Менеджмент в образовании.
2. Предмет психологии управления.
3. Основные принципы психологии управления.
4. Личность в управленческих взаимодействиях.
5. Управление поведением личности.
6. Современные представления об управлении по целям.
7. Психология управления групповыми явлениями и процессами.
8. Психологические особенности личности руководителя.
9. Индивидуальный стиль управления.
10. Психология влияния в управленческой деятельности.
11. Управление конфликтными ситуациями.

б) Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, полученных студентами во время изучения дисциплины «Аддитивные технологии», 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 доклада студентов должна:

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

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

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

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы

Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

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 доклада 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 докладов.

1. Теория управления: школы, подходы, современное состояние
2. Управленческая деятельность: содержание и основные подходы к ее изучению
3. Психологические особенности реализации функций управления
4. Профессионализм государственного служащего: сущность, особенности развития и оценки
5. Стороны и критерии профессионализма государственного и муниципального служащего
6. Особенности профессионального развития личности: барьеры, противоречия, кризисы
7. Профессионально обусловленные деструкции личности руководителя

8. Особенности управленческой деятельности в обычных и экстремальных трудовых условиях
9. Управленческая адаптация; модели, личностные механизмы и методы
10. Профессиографический подход к оценке и развитию профессионализма
11. Особенности проявления и функционирования познавательных процессов в управленческой деятельности.
12. Интеллект и эффективность управленческой деятельности.
13. Современные концепции обучения в высшей школе.
14. Активизация учебно-познавательной деятельности студентов.

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Психология управления» (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

С.В.Агасева
инициалы, фамилия


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



подпись

С.В.Агасева
инициалы, фамилия

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



подпись

С.В.Агасева
инициалы, фамилия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины **Создание инновационного продукта**

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указывается код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

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

1. Цели и задачи дисциплины: Основной целью дисциплины «Создание инновационного продукта» является формирование у студентов инженерных компетенций в области инновационных разработок.

Задачи дисциплины «Создание инновационного продукта» состоят в ознакомление студентов с:

- этапами разработки инновационных изделий;
- инновационным процессом как средством повышения требуемого уровня параметров изделий;
- моделью эффективного производства изделий требуемого качества.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Создание инновационного продукта» относится к *вариативной* части блока 1 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-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.	История и методология науки; Психология управления	Научно-исследовательская работа
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)			
2	ПК-4 Готовность выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований, а также оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности	Технологии программирования	Научно-исследовательская работа
3	ПК-6 Способность выполнять подготовку конструкторской документации для запуска в производство и разрабатывать методики испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных элементов и устройств на их основе	Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники	Технологическая практика

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла; ПК-4 Готовность выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований, а также оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности; ПК-6 Способность выполнять подготовку конструкторской документации для запуска в производство и разрабатывать методики испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных элементов и устройств на их основе

используются в соответствии с ОС ВО РУДН

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: - этапы разработки высокотехнологичных изделий;

- алгоритм создания нового изделия;

- тенденции уровня технологического развития;

- показатели, обеспечивающие достижение требуемого уровня параметров изделий в процессе создания изделия.

Уметь: - приобретать новые знания в предметной области;

- анализировать и систематизировать материал по созданию инновационных изделий;

- разрабатывать аналитические обзоры в области высокотехнологичных и инновационных разработок;

- проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований;

- разрабатывать проект созданию инновационной разработки.

Владеть: - основными терминами и понятиями в области инноваций;

- методами для поиска, хранения, обработки информации о высокотехнологичных и инновационных разработках;

- способностью работать с компьютером как средством управления информацией.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3	4		
Аудиторные занятия (всего)	52	36	16		
В том числе:	-			-	-
<i>Лекции</i>	26	18	8		
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	26	18	8		
<i>Семинары (С)</i>	-				
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-				
Самостоятельная работа (всего)	128	72	56		
Общая трудоемкость	час	180	108	72	
	зач. ед.	5	3	2	

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Принципы и методы разработки инновационного изделия.	Этапы разработки высокотехнологичных изделий. Граф – схема алгоритма создания нового изделия. Анализ тенденций уровня технологического развития. Анализ показателей, обеспечивающих достижение требуемого уровня параметров изделий в процессе создания изделия. Инновационный процесс как средство повышения требуемого уровня параметров изделий.
2.	Влияние конструктивно-	Анализ и моделирование технологических инноваций.

технологических факторов на производство инновационного изделия требуемого качества.	Математическая модель эффективного производства изделий требуемого качества. Структурная схема комплексной технологической оптимизации. Автоматизированное проектирование с учетом конструктивно-технологических факторов.
--	--

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

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Принципы и методы разработки инновационного изделия.	18	18	-	-	72	108
2.	Влияние конструктивно-технологических факторов на производство инновационного изделия требуемого качества.	8	8	-	-	56	72

6. Лабораторный практикум *не предусмотрен*

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.			
2.			
...			

7. Практические занятия (семинары) *(при наличии)*

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1.	1	Тема «Этапы разработки высокотехнологичных изделий» Цель: изучить основные российские фонды финансирующие инновационные проекты, их требования и возможности, области применений.	18
2.	2	Тема «Математическая модель эффективного производства изделий требуемого качества» Цель: изучить стратегии коммерциализации конкретных научно-технических разработок, пути продвижения научно-технических разработок на рынок, риски и ограничений реализации инновационного проекта.	8

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные вопросы, сценарии к проведению лекций и практических занятий, 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:

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevier.com/locate/scopus/>

- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://elibrary.ru/authors.asp>

- Электрошно-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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Черных, В.В. Управление разработкой и внедрением инновационного продукта: учебное пособие: [16+] / В.В. Черных: Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2019. – 122 с.: табл., граф., схем. – ISBN 978-5-8158-2100-2. – Текст: электронный.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=570613&sr=1

2. Сбоева, И.А. Стратегический маркетинг инновационного продукта: учебное пособие / И.А. Сбоева: Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2019. – 204 с.: ил. – ISBN 978-5-8158-2072-2. – Текст: электронный.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=560559&sr=1

3. Управление инновационной деятельностью: учебник / Т.А. Искандерова, Н.А. Камениких, Д.В. Кузнецов и др.; под ред. Т.А. Искандеровой; Финансовый университет при Правительстве РФ. – Москва: Прометей, 2018. – 354 с.: схем., табл. – ISBN 978-5-907003-35-4. – Текст: электронный. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=494876&sr=1

б) дополнительная литература:

1. Гудков А.Г. Радиоаппаратура в условиях рынка. Комплексная технологическая оптимизация. М.: «САЙНС-ПРЕСС», 2008. – 336 с., ил.

2. Чинакал В.О. Компьютерные технологии управления в технических системах [Текст/электронный ресурс]: Учебно-методический комплекс / В.О. Чинакал. - Электронные текстовые данные. - М.: Изд-во РУДН, 2013. - 212 с. - ISBN 978-5-209-05005-6: 267.14.

http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=403193&idb=0

3. Алексеенко А. Г. Введение в материалы и методы нанотехнологии [Текст/электронный ресурс]: Учебно-методический комплекс / А.Г. Алексеенко. - Электронные текстовые данные. - М.: Изд-во РУДН, 2013. - 151 с. - ISBN 978-5-209-05036-0: 214.07.

http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=403224&idb=0

3. Дубровский Р. В. Компьютерные технологии в науке и производстве [Текст/электронный ресурс]: Учебно-методический комплекс / Р.В. Дубровский. - Электронные текстовые данные. - М.: Изд-во РУДН, 2013. - 126 с. - ISBN 978-5-209-05007-0: 195.56.

http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=403270&idb=0

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:

1. Что такое технология?
2. Риски проекта.
3. Этапы разработки высокотехнологичных изделий.
4. Алгоритм создания нового изделия.
5. Основные тенденции развития высокотехнологичных производств.
6. Показатели обеспечивающие достижение требуемого уровня параметров изделий в процессе создания изделия.
7. Что такое инновации?
8. Основные задачи инноваций.
9. Моделирование технологических инноваций.
10. Анализ технологических инноваций.
11. Математическая модель эффективного производства изделий требуемого качества.
12. Структурная схема комплексной технологической оптимизации.
13. Определение комплексной технологической оптимизации.
14. Автоматизированное проектирование с учетом конструктивно-технологических факторов.
15. Основные стадии информационных технологий на этапах жизненного цикла изделия.
16. Что такое CALS-технологии?
17. Что такое CAD?
18. Что такое CAM?
19. Что такое CAE?
20. Что такое PDM?
21. Дайте определение понятия "проектирование".
22. Какие причины привели к появлению и развитию CALS-технологий?
23. Дайте определение САПР.
24. Что является целью функционирования САПР?
25. Что является объектом проектирования?
26. Пути коммерциализация научно-технических разработок.
27. Дайте характеристику этапов жизненного цикла изделия.

б) Методические указания для подготовки проекта

Тема проекта «Разработка бизнес-плана создания инновационного продукта»

Цель: разработать бизнес-план и презентацию по созданию своего инновационного продукта, доказать его новизну перспективность применения.

Структура бизнес-плана

1. Название проекта.
2. Содержание проекта.
3. Описание планируемой к производству продукции:
 - наименование продукции;
 - назначение и область применения;
 - научно-техническая новизна предлагаемых в инновационном проекте решений;
 - перспективы выпуска продукции на конкретном рынке;
 - возможность замещения, в том числе импортозамещения;
 - основные характеристики продукта, создаваемого в рамках реализации проекта (функциональное назначение, основные потребительские качества и параметры продукта);
 - конкурентоспособность продукции;
 - возможности повышения конкурентоспособности;
 - наличие или необходимость лицензирования выпуска продукции.
4. Анализ рынка:
 - размер рынка;
 - уровень удовлетворения спроса;
 - объем и емкость рынка продукта, анализ современного состояния и перспектив развития отрасли, в которой реализуется инновационный проект;
 - динамика продаж аналогов за последние 5 лет по России, СНГ, в мире;

- прогнозы развития отрасли (из независимых источников);
- основные и потенциальные конкуренты (наименования и адреса фирм - основных производителей товара, их сильные и слабые стороны);
- уровень рентабельности отрасли.

5. Маркетинговый план:

- потенциальные клиенты (заказчики);
- уровень удовлетворения спроса, его характер (равномерный или сезонный);
- особенности сегмента рынка;
- конкурентные преимущества товара (услуги);
- сравнение технико-экономических характеристик с аналогами, в том числе мировыми;
- планируемая доля рынка;
- обоснование цены на продукцию;
- стратегия продвижения продукта на рынок;
- организация сбыта.

6. План реализации проекта, с указанием этапов, конкретных получаемых результатов, временных интервалов и необходимых средств (табл.).

Наименование этапа реализации инновационного проекта	Сроки этапа	Стоимость этапа	Качественные результаты	Количественные результаты
1				
2				
...				

7. Количество сотрудников (необходимых для выполнения проекта), направление их деятельности и их квалификация.

8. Описание бизнес-модели проекта, плана продаж. Общий необходимый объем финансирования проекта.

9. Основные плановые экономические показатели (расходы на производство, выручка, чистая прибыль, рентабельность выпускаемого продукта) к концу реализации проекта.

10. Возможные типы и источники рисков, меры по их уменьшению.

11. Планы по созданию и защите интеллектуальной собственности.

Указанная структура бизнес-плана проекта является рекомендуемой. Объем бизнес-плана составляет не менее 20 страниц.

Бизнес-план оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы бизнес-плана.

Оформление бизнес-плана.

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 бизнес-плана 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.

в) Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, полученных студентами во время изучения дисциплины, 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 доклада студентов должна:

- отвечать содержанию учебной программы для дисциплины;
- иметь четкое и короткое название;
- отвечать сущности задач, которые изучаются.

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

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

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы

Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

Титульный лист содержит наименование высшего учебного заведения, департамента, где выполнена работа; фамилия, имя, отчество автора; тема работы с указанием названия предприятия, на основе данных которого выполнена работа; шифр и наименование специальности; шифр группы; ученая степень, ученое звание, фамилия, имя и отчество руководителя работы; город и год.

Текст доклада 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 сброшпоровать.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций 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 сверху посередине строки 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 докладов.

1. Рынок инноваций и товарная форма научно-технических разработок.

2. Трансфер и коммерциализация научно-технических разработок.
3. Формирование стратегии коммерциализации конкретных научно-технических разработок.
4. Пример коммерциализации научно-технической разработки.
5. Защита интеллектуальной собственности как элемент технологии внедрения (коммерциализации).
6. Рейтингинг в технологическом процессе изготовления изделий.
7. Управление инновационной деятельностью как технологический процесс.
8. Формирование стратегии развития организации (фирмы) на основе инноваций.
9. Жизненный цикл инновации, различные технологические решения задач на разных этапах жизненного цикла продукта и организации.
10. Пути продвижения научно-технических разработок на рынок.
11. Проектирование системы продвижения продукции на рынок.
12. Оценка рисков и ограничений реализации инновационного проекта.

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Создание инновационного продукта» (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

С.В.Агасиева
инициалы, фамилия

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



подпись

С.В.Агасиева
инициалы, фамилия

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



подпись

С.В.Агасиева
инициалы, фамилия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины Строение и химические свойства наночастиц

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указывается код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

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

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Строение и химические свойства наночастиц» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области нанотехнологий, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Изучение дисциплины «Строение и химические свойства наночастиц» предусматривает получение знаний о дисперсных системах, свойствах дисперсий, поверхностные явлениях и их влиянии на свойства дисперсий

Предусматривается изучение методов получения дисперсий «сверху/снизу», методов коллоидной химии, устойчивости и коагуляции коллоидов, элементов физико-химии полимеров (в том числе растворов высокомолекулярных соединений) и мицеллярных систем ПАВ (ассоциативных коллоидов).

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Строение и химические свойства наночастиц» относится к *вариативной* части блока 1 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)
Общепрофессиональные компетенции			
1	ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей	Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники; Введение в микро- и нанoeлектрохимические системы; Квантовая механика в наносистемах; Материалы наноструктурных установок	Технологическая практика
2	ОПК-4 Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	Технология нанесения тонких пленок	Технологическая практика
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)			

1	ПК-2 Готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты	Надежность устройств нанoeлектронной и микросистемной техники	Преддипломная практика
2	ПК-3 Готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	Технологии программирования; Квантовая механика в наносистемах	Преддипломная практика

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей (ОПК-1)

Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов (ОПК-4)

Готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты (ПК-2)

Готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники (ПК-3)

(указываются в соответствии с ОС ВО РУДН)

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры		
		5	6	
Аудиторные занятия (всего)	45	27	18	
В том числе:	-	-	-	
<i>Лекции</i>	15	9	6	
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	30	18	12	
<i>Семинары (С)</i>	-	-	-	
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-	
Самостоятельная работа (всего)	135	81	54	
Общая трудоемкость	час	180	108	72
	зач. ед.	5	2	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Дисперсные системы. Поверхностные явления и их влияние на свойства дисперсий	Развитие знаний о дисперсном состоянии вещества. Основные определения. Особенности дисперсного (коллоидного) состояния, проблема стабильности. Классификации дисперсных систем по различным признакам. Обзор классов дисперсных систем. Поверхностная энергия на границах раздела фаз. Адсорбция, адгезия, смачивание. Поверхностно-активные (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества обучения на основе кредитной системы обучения в высшей школе.
2.	Получение дисперсий «сверху/снизу». Методы коллоидной химии.	Условия и методы получения дисперсных систем. Химический синтез коллоидов. Роль стабилизатора. Пептизация. Строение мицеллы гидрофобного золя.
3.	Свойства дисперсий	Молекулярно-кинетические свойства: осмос, диффузия, броуновское движение частиц. Мембранные процессы (осмос, обратный осмос, диализ, электродиализ, ультрафильтрация) и их практическое значение. Законы светорассеяния и поглощения света в коллоидных системах. Оптические свойства коллоидов. Влияние размера и формы частиц на оптические свойства дисперсий. Оптические методы исследования (нефелометрия, турбидиметрия). Определение размера и электрофоретической подвижности наночастиц методами Dynamic Light Scattering и Laser Doppler Microelectrophoresis. Электрокинетические свойства. Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС) на границе фаз. Потенциалы ДЭС. Определение электрокинетического потенциала. Электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации и их практическое значение. Изозлектрическое состояние.
4.	Устойчивость и коагуляция коллоидов	Факторы кинетической и агрегативной устойчивости дисперсий. Кинетическая устойчивость дисперсных систем. Методы анализа дисперсности. Взвеси. Коагуляция и её закономерности. Кинетика коагуляции. Теория устойчивости гидрофобных коллоидов ДИФО. Тиксотропия. Гели гидрофобных зелей. Структурно-механический фактор стабилизации дисперсных систем (коллоидная защита). Флокуляция – дестабилизация дисперсий.
5.	Элементы физико- химии полимеров; растворы высокомолекулярных соединений (ВМС) как термодинамически равновесные коллоидные системы.	Общая характеристика ВМС. Конформация макромолекул. Набухание полимеров. Сравнение свойств растворов ВМС и гидрофобных зелей. Особенности диффузии, осмотического давления растворов ВМС. Вязкость растворов ВМС. Оптические свойства. Рассеяние света растворами ВМС. Методы определения молекулярного веса высокомолекулярных соединений (осмометрия, вискозиметрия, светорассеяние). Нарушение устойчивости растворов ВМС (гелеобразование, коацервация, высаливание,

		денатурация). Биополимеры. Растворы полиамфолитов (белков); изоэлектрическая точка белков. Мембранное равновесие Гиббса-Доннана. Пространственные структуры в дисперсных системах. Основы реологии как науки о прочности структурированных систем. Гели растворов ВМС; общие и специфические свойства. Значение гелей.
6.	Мицеллярные системы ПАВ (ассоциативные коллоиды)	Мицеллообразование в растворах ПАВ. Термодинамика мицеллообразования. Критическая концентрация мицеллообразования. Формы мицелл. Солубилизация. Стабилизирующее и моющее действие мыл. Практическое значение мицеллярных систем.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Дисперсные системы. Поверхностные явления и их влияние на свойства дисперсий	3	6	-	-	21	30
2.	Получение дисперсий «сверху/снизу». Методы коллоидной химии.	2	4	-	-	20	26
3.	Свойства дисперсий	2	4	-	-	20	26
4.	Устойчивость и коагуляция коллоидов	2	4	-	-	20	26
5.	Элементы физико-химии полимеров: растворы высокомолекулярных соединений (ВМС) как термодинамически равновесные коллоидные системы.	3	6	-	-	27	36
6.	Мицеллярные системы ПАВ (ассоциативные коллоиды)	3	6	-	-	27	36

6. Лабораторный практикум – не предусмотрен

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.			
2.			
...			

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1	1	Поверхностные явления и их влияние на свойства дисперсий	6
2	2	Методы коллоидной химии	4
3	3	Свойства дисперсий	4
4	4	Устойчивость и коагуляция коллоидов	4
5	5	Элементы физико-химии полимеров	6
6	6	Мицеллярные системы ПАВ	6

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные вопросы, сценарии к проведению лекций и практических занятий, подбор вопросов для докладов. Компьютерный класс, оснащенный видеопроектором.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение: Стандартное программное обеспечение ЭВМ.

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

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevier.com/locate/scopus/>
- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://elibrary.ru/authors.asp>
- 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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Процессы получения наночастиц в наносистемах [Текст] : учебно-методическое пособие / Л. М. Гуревич ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Волгоградский государственный технический университет. - Волгоград : ВолгТУ, 2018. - 81, [2] с. : ил.; 20 см.; ISBN 978-5-9948-3088-8
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>

б) Дополнительная литература:

1. Физико-химические основы нанотехнологий [Текст] : учебное пособие / Ю. В. Поленов, М. В. Лукин, Е. В. Егорова ; М-во образования и науки Российской Федерации, Ивановский государственный химико-технологический ун-т. - Иваново : Ивановский государственный химико-технологический ун-т, 2013. - 195 с. : ил.; ISBN 978-5-9616-0473-3
2. Неорганические наноматериалы [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Химическая технология материалов современной энергетики" : электронное издание / Э. Г. Раков. - Москва : Бином. Лаб. знаний, 2013. - 477 с. : ил., табл.; 22 см. - (Нанотехнологии); ISBN 978-5-9963-2108-7
3. Шашок, Ж. С. Применение углеродных наноматериалов в полимерных композициях / Ж. С. Шашок, Н. Р. Прокопчук. - Минск: БГТУ, 2014. - 232 с. - ISBN 978-985-530-317-7.
4. Новоселов К.С. «Графен: материалы Флатландии» (Нобелевская лекция)УФН, т181, No12, с.1129-1311,2011г.

5. Нанотрубки и фуллерены : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 210602 "Наноматериалы" / Э. Г. Раков. - Москва : Физматкнига (ФМ) : Логос (Л), 2006 (Тольятти : ИД Современник). - 374 с. : ил., табл.; 22 см. - (Новая университетская библиотека); ISBN 5-98699-009-9
6. Введение в наноматериаловедение [Текст] : монография / В. И. Кодолов, Н. В. Семакина, В. В. Тринеева ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова". - Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2018. - 473, [1] с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-7526-0792-9
7. Пул-мл Ч., Оуэс Ф. Нанотехнологии изд. 5-е, М.:Техносфера,2010.-336 с.
8. Мартинес-Дуарт Дж. М. и др нанотехнологии для микро-и оптоэлектроники М.:Техносфера, 2009.-368с.
9. Наноматериалы и нанотехнологии: учебное пособие /В.С.Кирчанов; Пермский нац.исслед.политех. ун-т. –Пермь.Изд-во Перм. нац.иссл.политех.ун-та 2016-193с.
10. Введение в химию и физику наноструктур и наноструктурированных материалов : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Нанотехнология" и "Наноматериалы" / В. М. Таланов, Г. П. Ерейская, Ю. И. Юзюк ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Российская акад. естествознания. - Москва : Акад. Естествознания, 2008. - 389 с. : ил., табл.; 30 см.; ISBN 978-5-91327-029-0

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

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования: «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности; удовлетворение потребностей личности в получении соответствующего образования».

Решение этих задач невозможно без такого элемента обучения как самостоятельная работа студентов над учебным материалом. Однако, повысить качество самостоятельной работы можно только при ответственном отношении преподавателя за развитие навыков самостоятельной работы и повышение творческой активности студентов.

В ходе практических занятий студенту рекомендуется конспектировать основное содержание курса. При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучаемых. Целесообразно при проведении практических занятий по всем разделам программы иллюстрировать практический материал большим количеством примеров, что позволяет усилить наглядность изложения и продемонстрировать обучаемому приемы решения задач.

В процессе освоения дисциплины, в рамках самостоятельной работы студент: работает с литературой в библиотеке РУДН; использует ресурсы информационно-коммуникационной сети «Интернет».

Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, 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 доклада студентов должна:

- отвечать содержанию учебной программы для дисциплины;
- иметь четкое и короткое название;
- отвечать сущности задач, которые изучаются.

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

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

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы

Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

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 доклада 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 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, Ъ. 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.

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, а также предусмотрена возможность разработки аудиоматериалов.

По данной дисциплине обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и дистанционно с использованием возможностей электронной образовательной среды (Учебного портала) и электронной почты.

В ходе аудиторных учебных занятий используются различные средства интерактивного обучения, в том числе, групповые дискуссии, мозговой штурм, деловые игры, проектная работа в малых группах, что дает возможность включения всех участников образовательного процесса в активную работу по освоению дисциплины. Такие методы обучения направлены на совместную работу, обсуждение, принятие группового решения, способствуют сплочению группы и обеспечивают возможности коммуникаций не только с преподавателем, но и с другими обучаемыми, сотрудничество в процессе познавательной деятельности.

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может

производиться по утвержденному индивидуальному графику с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, что подразумевает индивидуализацию содержания, методов, темпа учебной деятельности обучающегося, возможность следить за конкретными действиями студента при решении конкретных задач, внесения, при необходимости, требуемых корректировок в процесс обучения.

Предусматривается проведение индивидуальных консультаций (в том числе консультирование посредством электронной почты), предоставление дополнительных учебно-методических материалов (в зависимости от диагноза).

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Строение и химические свойства наночастиц» (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

М. О. Макеев
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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины Синтез композиционных материалов методом
электроспиннинга

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указывается код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

(наименование образовательной программы в соответствии с направленностью профиля)

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель дисциплины сформировать способность понимать и оценить принципы механохимического синтеза композиционных материалов и его роль и место в развитии нанотехнологии.

В ходе изучения дисциплины сформировать у магистрантов способности:

1. определить сущность теорий механохимии;
2. обосновывать основные приемы и методы синтеза наноматериалов и их применение в практической деятельности;
3. сформулировать и объяснить основы механохимических методов синтеза наноматериалов;
4. анализировать текущую информацию о современных процессах механохимического синтеза наноконпозиционных материалов;
5. оценить процесс механохимического синтеза наноконпозиционных материалов.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга» относится к *вариативной* части блока 1 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)
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)			
2	ПК-5. Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик	Аддитивные технологии	Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Технология нанесения тонких пленок; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа
3	ПК-7. Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий	Аддитивные технологии; Материалы наноструктурных установок	Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Технология нанесения тонких пленок; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
 Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик (ПК-5)
 Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий (ПК-7)
(указываются в соответствии с ОС ВО РУДН)

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры		
		5	6	
Аудиторные занятия (всего)	45	27	18	
В том числе:	-	-	-	
<i>Лекции</i>	15	9	6	
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	30	18	12	
<i>Семинары (С)</i>	-	-	-	
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-	
Самостоятельная работа (всего)	135	81	54	
Общая трудоемкость	час	180	108	72
	зач. ед.	5	3	2

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Основные понятия	Понятие о синтезе композиционных материалов методом электроспиннинга. Основы физико-химических процессов получения наноматериалов методом электроспиннинга.
2.	Методы синтеза волокнистых форм наноматериалов	Экспериментальные методы синтеза наноматериалов в процессе электроспиннинга, методы управления процессами.
3.	Оптимизация технологических параметров и характеристик волокон	Влияние основных параметров процесса электроформирования и свойств, влияние вязкости и электропроводности формовочного раствора на диаметр и спектр диаметров получаемых волокон.
4.	Способы производства непрерывных наноразмерных волокон	Влияние внешнего потенциала электрода на тип и свойства волокон, получаемых методом электроформирования.

(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	Лект.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Основные понятия	3	6	-	-	33	42
2.	Методы синтеза волокнистых форм наноматериалов	4	9	-	-	34	47
3.	Оптимизация технологических параметров и характеристик волокон	4	8	-	-	34	46
4.	Способы производства непрерывных наноразмерных волокон	4	7	-	-	34	45

6. Лабораторный практикум – не предусмотрен

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.			
2.			
...			

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1	1	Основы физико-химических процессов получения наноматериалов методом электроспиннинга.	6
2	2	Экспериментальные методы синтеза наноматериалов	9
3	3	Влияние вязкости и электропроводности формовочного раствора на диаметр получаемых волокон.	8
4	4	Влияние внешнего потенциала, электрода на тип и свойства волокон, получаемых методом электроформования.	7

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные вопросы, сценарии к проведению лекций и практических занятий, подбор вопросов для докладов. Компьютерный класс, оснащенный видеопроектором.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение: Стандартное программное обеспечение ЭВМ.

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

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevier.com/locate/scopus/>
- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://elibrary.ru/authors.asp>
- 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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Технология тонких пленок и покрытий: учебное пособие / Л. Н. Маскаева, Е. А. Федорова, В. Ф. Марков ; под общей редакцией Л. Н. Маскаевой ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-7996-2560-3.
2. Кондрашин А.А., Лямин А.Н., Слепцов В.В. Современные технологии изготовления трехмерных электронных устройств: Учеб. пособие. – М.: Техносфера, 2019. – 210 с.
3. Применение инфракрасной спектроскопической эллипсометрии в наноинженерии: монография / М.О. Макеев, С.А. Мешков, Ю.А. Иванов. – Москва: РУДН, 2018. – 144 с.

б) дополнительная литература:

1. Антоненко С. В. Технология тонких пленок : учебное пособие / С. В. Антоненко. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2008. — 104 с. — ISBN 978-5-7262-1036-0.
2. Технология тонких пленок : справ. : в 2 т. / под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга ; пер. с англ. под ред. М. И. Елинсона, Г. Г. Смолко. — М. : Сов. радио, 1977. — Т. 1. — 664 с.
3. Технология тонких пленок : справ. : в 2 т. / под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга ; пер. с англ. под ред. М. И. Елинсона, Г. Г. Смолко. — М. : Сов. радио, 1977. — Т. 2. — 768 с.
4. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учебное пособие для студентов старших курсов / Институт физики микроструктур РАН. Нижний Новгород, 2004. 114 с.
5. В.А. Швец, Е.В. Спесивцев. Эллисометрия. Учебно-методическое пособие к лабораторным работам. / Новосибирск, издательство НГУ, 2013. 87 с.
6. Взаимодействие электронного пучка с образцом. ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 2010. http://phys.spbau.ru/files/EIBeamInt_v.n1.0_1.pdf

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

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

1. Синтез наноматериалов.
2. Методы получения наноматериалов.
3. Понятие о синтезе композиционных материалов методом электроспиннинга.
4. Основы физико-химических процессов получения наноматериалов методом электроспиннинга.
5. Экспериментальные методы синтеза наноматериалов в процессе электроспиннинга.
6. Влияние основных параметров процесса электроформирования и свойств раствора на диаметр и спектр диаметров получаемых волокон.
7. Влияние вязкости и электропроводности формовочного раствора на диаметр и спектр диаметров получаемых волокон.
8. Влияние внешнего потенциала электрода на тип и свойства волокон, получаемых методом электроформирования.
9. Виды композиционных материалов.
10. Технологии получения наноматериалов.
11. Сравнение технологий получения наноматериалов.
12. Методы получения композиционных материалов.
13. Понятие о синтезе композиционных материалов методом электроспиннинга.
14. Механизм формирования волокон.
15. Получение наноматериалов электроформированием.

б) Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, полученных студентами во время изучения дисциплины «Аддитивные технологии», 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 доклада студентов должна:

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

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

- титульный лист (образец в приложении А)

- содержание;
 - введение.
- Основная часть
- три (возможно два) раздела;
 - заключение
- Список использованной литературы
- Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

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 доклада 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 сверху 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.

Примеры тем докладов.

1. Виды композиционных материалов.
2. Технологии получения наноматериалов.
3. Сравнение технологий получения наноматериалов.
4. Методы получения композиционных материалов.
5. Понятие о синтезе композиционных материалов методом электроспиннинга.
6. Механизм формирования волокон.
7. Получение наноматериалов электроформированием.

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга» (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

С.В.Агасиева
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

Инженерная академия

(факультет инженерно-технических академик)

Рекомендовано МСН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины _____ Технология изготовления устройств нано- и
микросистемной техники _____

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются код и наименование направления подготовки специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

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

1. Цели и задачи дисциплины: Целью освоения дисциплины «Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области технологического технологических процессов планарной технологии; основных приемов формирования структур элементов интегральных схем; принципов действия технологического оборудования и режимов выполнения технологических операций. Теоретические, расчетные и практические положения дисциплины изучаются в процессе работы над лекционным курсом, при выполнении практических работ, и самостоятельной работе с учебной и технической литературой.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники» относится к вариативной части блока 1 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)
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)			
1	ПК-5 Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик	Аддитивные технологии; Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа	Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Технология нанесения тонких пленок
2	ПК-7 Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий	Аддитивные технологии; Материалы наноструктурных установок; Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа	Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Технология нанесения тонких пленок
3	ПК-8 Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	Аддитивные технологии; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа	Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Технология нанесения тонких пленок

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 - Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик; ПК-7 - Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления микроэлектронных изделий; ПК-8 - Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.

планируются в соответствии с ОК ВО РУДН.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- современный уровень развития полупроводниковой технологии;
- основные технологические операции, режимы их проведения;
- методы контроля параметров получаемых изделий;
- схемы технологических установок;
- требования к используемым материалам.

Уметь:

- понимать информацию, которую содержат описания технологических процессов;
- выполнять оценки основных параметров технологического процесса;
- выполнять основные технологические операции.

Владеть: методами разработки схемы технологического процесса изготовления электронной схемы с заданными структурными элементами

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зач.ед. (180 ч.)**.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3	4		
Аудиторные занятия (всего)	68	36	32		
В том числе:	-	-	-	-	-
<i>Лекции</i>	34	18	16		
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	34	18	16		
<i>Семинары (С)</i>	-	-	-		
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-		
Самостоятельная работа (всего)	112	36	76		
Общая трудоемкость	час	180	72	108	
	зач. ед.	5	2	3	

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ в/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание разделов (темы)
1	Понятие технологии микро- и нанозлектронных схем	Основные технологические процессы. Планарная технология. Характеристика современной технологии ИМС
2	Подготовка полупроводниковых подложек	Ориентирование кристаллов. Механическая обработка:
3	Легирование полупроводниковых подложек	Диффузия примесей в полупроводник. Диффузия в потоке газа-носителя. Измерение параметров диффузионных слоев. Легирование полупроводников ионным внедрением.

		Радиационные эффекты в кремнии. Отжиг имплантированного кремния.
4	Нанесение пленок на поверхность подложек	Эпитаксиальное наращивание кремния. Хлоридный и гидридный методы эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия кремния. Термическое окисление кремния. Вакуумное напыление. Схема вакуумной установки. Ионно-плазменное напыление тонких плёнок. Магнетронные системы напыления. Химическое осаждение тонких плёнок из газовой фазы.
5	Получение рисунка элементов интегральных схем	Ионно-плазменное травление. Фотолитография. Позитивные и негативные фоторезисты. Методы создания фотошаблонов. Электронолитография. Особенности литографии нанометровых размеров.
6	Типовой технологический процесс	Изоляция элементов в интегральных микросхемах. Изоляция р-п переходом. Изоляция диэлектрическими плёнками. Локальное окисление. Типовой технологический процесс изготовления изопланарной биполярной СБИС. Типовой технологический процесс изготовления п-канальных МОП СБИС. Металлизация ИС. Разводка на основе плёнок алюминия. Сборка интегральных микросхем. Методы присоединения кристаллов. Метод термокомпрессии, ультразвуковой сварки.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
<i>3,4 семестр</i>							
1.	Понятие технологии микро- и нанополупроводниковых схем	6	6	-	-	18	30
2.	Подготовка полупроводниковых подложек	6	6	-	-	19	31
3.	Легирование полупроводниковых подложек	5	5	-	-	18	28
4.	Нанесение пленок на поверхность подложек	6	6	-	-	19	31
5.	Получение рисунка элементов интегральных схем	5	5	-	-	19	29
6.	Типовой технологический процесс	6	6	-	-	19	31

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

6. Лабораторный практикум не предусмотрен

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела (темы) дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час.) ОФО
1.	2.	Анизотропное травление кремния	4
2.	3.	Расчет технологических режимов создания планарного p-p-n транзистора	6
3.	3.	Расчет параметров распределения примесей при ионном легировании	4
4.	4.	Расчет скорости роста эпитаксиальной пленки	4
5.	4.	Расчет однородности толщины напыляемой пленки	4
6.	5.	Получение рисунка элементов интегральных схем	6
7.	6.	Особенности типовых технологических процессов	6
	Итого		34

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные тесты, сценарии к проведению семинарских занятий, подбор задач для текущего контроля. Компьютерный класс, оснащенный видеопроектором.

9. Информационное обеспечение дисциплины:

Осуществление образовательного процесса по дисциплине базируется на использовании следующих информационных технологий:

1. 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.mos.ru/mka/>

- <http://www.minstroyrf.ru/>

3. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.entd.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 и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Кондрашин А.А., Лямин А.Н., Слепцов В.В. Современные технологии изготовления трехмерных электронных устройств: Учеб. пособие. – М.: Техносфера, 2019. – 210 с.

2. K. Reinhardt, W. Kern. Handbook of silicon wafer cleaning technology. Thrid edition, 2018. –

б) дополнительная литература:

1. Мочалкина О.Р.;Березин А.С.
Технология и конструирование интегральных микросхем : Учеб. пособие для вузов, Березин А.С., Мочалкина О.Р., М., Радио и связь, 1992.
2. Курносое А.И.;Юдин В.В.
Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем : учеб. пособие для вузов, А. И. Курносое, В. В. Юдин, М., Высш.школа, 1986.
3. Таиров Ю.М.;Пичугин И.Г.
Технология полупроводниковых приборов : , И.Г. Пичугин; Учеб.пособие для вузов, М., Высш.школа, 1984.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля):**Вопросы для самопроверки и обсуждений по темам.**

1. Какие законы распределения примеси в кремнии вам известны?
2. Как проводится диффузия из жидких диффузантов?
3. Почему газы разделяются на три потока при диффузии из PCl_3 ?
4. Какими параметрами характеризуются диффузионные слои и как они определяются?
5. Каковы ограничения на параметры подложек и диффузионных слоев при использовании четырехзондового метода определения удельного поверхностного сопротивления слоя?
6. Каким источником примеси (бесконечным или ограниченным) является фосфоросиликатное стекло на поверхности кремниевой подложки?
7. В чем состоят преимущества и недостатки твердых и жидких источников диффузантов?
8. Какие факторы влияют на воспроизводимость удельного поверхностного сопротивления диффузионного слоя?
9. Какие факторы влияют на выбор состава газа-носителя в процессах окисления нитрида бора и диффузии бора в кремний?
10. Каково назначение пленок SiO_2 в планарной технологии?
11. По каким законам происходит рост SiO_2 (для "тонких" и "толстых" пленок)?
- 12.Каковы преимущества и недостатки окисления кремния в сухом и влажном кислороде, в парах воды, при нормальном и высоком давлении?
- 13.В чем заключается цветовой метод определения толщины SiO_2 ?
- 14.В каких технологических процессах имеет значение гидрофильность (или гидрофобность) поверхности пленок SiO_2 ?
15. В каких технологических операциях при создании интегральных микросхем применяется травление?
- 16.Какие травители являются изотропными, а какие анизотропными и почему?
- 17.Чем определяется скорость диффузии травителя и скорость химической реакции?
- 18.Каковы преимущества анизотропного травления?
- 19.Какая из главных кристаллографических плоскостей в кремнии травится с наибольшей скоростью в анизотропных травителях?
20. Какую форму имеют лунки при локальном анизотропном травлении по плоскости (100) для окон, имеющих круглую форму?

Перечень вопросов итоговой аттестации по курсу**Вопросы на зачет:**

1. Современное состояние технологии ИМС.
2. Планарная технология. Типовой технологический процесс планарно-эпитаксиального транзистора.
3. Кристаллическая структура полупроводников. Ориентация слитков.
4. Последовательность операций механической обработки.

5. Резка полупроводниковых слитков на пластины.
6. Абразивные материалы для обработки полупроводниковых пластин.
7. Шлифовка и полировка полупроводниковых подложек.
8. Методы разделения полупроводниковых пластин на кристаллы.
9. Технохимические процессы. Общие сведения.
10. Химическая очистка полупроводниковых подложек.
11. Вода в полупроводниковом производстве.
12. Назначение операций очистки полупроводниковых подложек.
13. Требования к реактивам, применяемым для очистки полупроводниковых пластин.
14. Последовательность операций очистки подложек после механической обработки.
15. Теоретическая модель химического травления кремния.
16. Полирующие и селективные травители. Анизотропное травление кремния.
17. Химико-динамическая обработка полупроводниковых подложек.
18. Газовое травление кремния.
19. Электрохимическая обработка полупроводниковых пластин.
20. Механизм диффузии примесей в кремнии.
21. Математические модели процессов диффузии. Распределение примесей.
22. Характеристики диффузантов.
23. Практические методы диффузии (жидкие, твердые, газообразные, пленкообразующие источники).
24. Локальная диффузия.
25. Дефекты, возникающие при диффузии.
26. Контроль параметров диффузионных слоев.
27. Метод ионной имплантации. Беспорядочный и каналированный пучок.
28. Средний нормальный пробег, среднееквадратичное отклонение, боковое рассеяние при ионной имплантации.
29. Распределение примесей при ионном легировании.
30. Схема ионно-лучевой установки.
31. Назначение блоков установки ионного легирования.
32. Вещества – источники ионов для внедрения в полупроводниковые подложки.
33. Достоинства ионного легирования. Применение ионного легирования в технологии ИМС.
34. Радиационные эффекты при ионном легировании (коэффициент использования примеси, доза аморфизации).
35. Отжиг дефектов, создаваемых при ионном легировании.
36. Импульсный отжиг полупроводниковых подложек.
37. Физические методы исследования ионно-легированных слоев.
38. Применение ионной имплантации в технологии ИМС.
39. Понятие эпитаксии, виды эпитаксии. Механизм газофазной эпитаксии.
40. Хлоридный метод газофазной эпитаксии. Газовая система.
41. Реакторы для газофазной эпитаксии.
42. Управление качеством и скоростью эпитаксии для газофазного процесса.
43. Легирование эпитаксиальных слоев при газофазной эпитаксии.
44. Распределение примесей на границе пленка-подложка при газофазной эпитаксии.
45. Эпитаксия на подложках со скрытыми слоями.
46. Силановый (гидридный) метод автоэпитаксии кремния.

47. Гетероэпитаксия кремния на сапфире. Характеристики используемых материалов.
48. Механизм осаждения гетероэпитаксиальных пленок кремния на сапфире. Дефекты пленок при гетероэпитаксии.
49. Схема установки молекулярно-лучевой эпитаксии.
50. Контроль параметров эпитаксиальных слоев.
51. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Достоинства, недостатки.
52. Методы легирования эпитаксиальных слоев при молекулярно-лучевой эпитаксии. Характеристики примесей. Коэффициент accommodations.
53. Применение тонких пленок в микроэлектронике.
54. Термическое окисление кремния. Законы роста пленок SiO_2 .
55. Окисление в сухом кислороде и в парах воды.
56. Термокомпрессионное окисление.
57. Заряд в пленках SiO_2 , образующийся при термическом окислении.
58. Окисление в галогеносодержащих средах.
59. Диэлектрические и маскирующие свойства пленок диоксида кремния.
60. Перераспределение примесей при термическом окислении кремния.

Коэффициент сегрегации

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники» (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:

Ассистент,

Кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника»

должность, название кафедры



подпись

П.А. Михалев
инициалы, фамилия

Руководитель программы

Доцент,

Кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника»

должность, название кафедры



подпись

С.В. Агасева
инициалы, фамилия

ИО заведующего кафедрой

Доцент,

Кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника»

должность, название кафедры



подпись

С.В. Агасева
инициалы, фамилия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Технология нанесения тонких пленок

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указывается код и наименование направления подготовки специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

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

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Технология нанесения тонких пленок» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области нанотехнологий и микросистемной техники, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Изучение дисциплины «Технология нанесения тонких пленок» предусматривает приобретение навыков напыления тонких пленок и оценки их качества. Предусматривается изучение физических явлений, происходящих на различных этапах процесса напыления и роста пленок; существующих теорий роста тонких пленок, рассмотрению современных методов роста и контроля качества пленок, их возможностей и ограничений; взаимосвязи физических свойств тонких пленок со структурой и дефектами.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Технология нанесения тонких пленок» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина по выбору блока 1 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)
Общепрофессиональные компетенции			
1	ОПК-4. Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов.	Введение в микро- и нанозелектромеханические системы; Технологии программирования; Материалы наноструктурных установок	Научно-исследовательская работа
Профессиональные компетенции			
2	ПК-5. Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик	Аддитивные технологии; Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа	Технологическая практика
3	ПК-7. Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанозлектронных изделий.	Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных	Технологическая практика

		интегральных схем; Аддитивные технологии; Материалы наноструктурных установок; Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа	
4	ПК-8. Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	Аддитивные технологии; Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа	Технологическая практика

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-4. Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов.
- ПК-5. Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик
- ПК-7. Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий.
- ПК-8. Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр			
		3			
Аудиторные занятия (всего)	36	36			
В том числе:	-	-			
<i>Лекции</i>	18	18			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	18	18			
<i>Семинары (С)</i>	-	-			
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-			
Самостоятельная работа (всего)	36	36			
Общая трудоемкость	час	72	72		
	зач. ед.	2	2		

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы)
1	Основные типы тонких пленок и методы их формирования	Области применения тонких пленок. Классификация пленок и покрытий. Отличительные особенности тонкопленочного состояния вещества. Термическое и электронно-лучевое испарение. Химическая газофазная эпитаксия. Лазерная эпитаксия. Жидкофазная эпитаксия. Ионно-плазменные методы. Плазмохимическое осаждение. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
2	Свойства тонких пленок и их исследования	Классификация методов диагностики и контроля. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Электронные микроскопия и спектроскопия. Взаимодействие света с веществом. Эллипсометрия. Сканирующая зондовая микроскопия.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Основные типы тонких пленок и методы их формирования	9	9	-	-	18	36
2.	Свойства тонких пленок и их исследования	9	9			18	36
	Всего:	18	18	-	-	36	72

6. Лабораторный практикум (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.			
2.			
...			

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1.	1.	Методы формирования тонких пленок	18
2.	2.	Эллипсометрия	8
3.	2.	Сканирующая зондовая микроскопия.	8

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория с перечнем материально-технического обеспечения	Местонахождение
---	-----------------

Учебные аудитории №554 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект специализированной мебели: технические средства: плазменный телевизор Samsung PS-50 A410C1	115419, Москва, ул. Орджоникидзе, дом 3, стр. 4
--	---

9. Информационное обеспечение дисциплины

Осуществление образовательного процесса по дисциплине базируется на использовании следующих информационных технологий:

а) программное обеспечение: Стандартное программное обеспечение ЭВМ.

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

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevier.com/locate/scopus/>

- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://elibrary.ru/authors.asp>

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>

- 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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Технология тонких пленок и покрытий: учебное пособие / Л. Н. Маскаева, Е. А. Федорова, В. Ф. Марков ; под общей редакцией Л. Н. Маскаевой ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-7996-2560-3.
2. Антоенко С. В. Технология тонких пленок : учебное пособие / С. В. Антоенко. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2008. — 104 с. — ISBN 978-5-7262-1036-0.
3. Технология тонких пленок : справ. : в 2 т. / под ред. Л. Майсела, Р. Глэнга ; пер. с англ. под ред. М. И. Елинсона, Г. Г. Смолко. – М. : Сов. радио, 1977. – Т. 1. – 664 с.
4. Технология тонких пленок : справ. : в 2 т. / под ред. Л. Майсела, Р. Глэнга ; пер. с англ. под ред. М. И. Елинсона, Г. Г. Смолко. – М. : Сов. радио, 1977. – Т. 2. – 768 с.
5. Применение инфракрасной спектроскопической эллисометрии в нанотехнологиях: монография / М.О. Макеев, С.А. Мешков, Ю.А. Иванов. – Москва: РУДН, 2018. – 144 с.
6. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учебное пособие для студентов старших курсов / Институт физики микроструктур РАН. Нижний Новгород, 2004. 114 с.
7. В.А. Швец, Е.В. Спесивцев. Эллисометрия. Учебно-методическое пособие к лабораторным работам. / Новосибирск, издательство НГУ, 2013, 87 с.
8. Взаимодействие электронного пучка с образцом. ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 2010. http://phys.spbau.ru/files/EIBeamInt_v.n1.0_1.pdf

б) дополнительная литература:

1. Ellipsometry Tutorial с сайта www.jawoollam.com.
2. Эвелина Никельшарг. Спектроскопия КР: новые возможности старого метода. 2015. <https://biomolecula.ru/articles/spektroskopija-kr-novye-vozmozhnosti-starogo-metoda>
3. Денис Курск. Атомно-силовая микроскопия: увидеть, прикоснувшись.

- <https://biomolecula.ru/articles/atomno-silovaia-mikroskopiia-uidet-prikosnuvshis>
4. Анастасия Тительмаер. Лучше один раз увидеть, или микроскопия сверхвысокого разрешения. 2012. <https://biomolecula.ru/articles/luchshe-odin-raz-uidet-ili-mikroskopiia-sverkhvysokogo-razresheniia>
 5. Основные принципы анализа размеров частиц. Dr. Alan Rawle, Malvern Instruments Limited.

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

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования: «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности; удовлетворение потребностей личности в получении соответствующего образования».

Решение этих задач невозможно без такого элемента обучения как самостоятельная работа студентов над учебным материалом. Однако, повысить качество самостоятельной работы можно только при ответственном отношении преподавателя за развитие навыков самостоятельной работы и повышение творческой активности студентов.

В ходе практических занятий студенту рекомендуется конспектировать основное содержание курса. При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучаемых. Целесообразно при проведении практических занятий по всем разделам программы иллюстрировать практический материал большим количеством примеров, что позволяет усилить наглядность изложения и продемонстрировать обучаемому приемы решения задач.

В процессе освоения дисциплины, в рамках самостоятельной работы студент: работает с литературой в библиотеке РУДН; использует ресурсы информационно-коммуникационной сети «Интернет».

Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, 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 доклада студентов должна:

- отвечать содержанию учебной программы для дисциплины;
- иметь четкое и короткое название;
- отвечать сущности задач, которые изучаются.

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

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

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы

Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

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 доклада 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, Ы, Ь, Ъ. 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.

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, а также предусмотрена возможность разработки аудиоматериалов.

По данной дисциплине обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и дистанционно с использованием возможностей электронной образовательной среды (Учебного портала) и электронной почты.

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может производиться по утвержденному индивидуальному графику с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, что подразумевает индивидуализацию содержания, методов, темпа учебной деятельности обучающегося, возможность следить за конкретными действиями студента при решении конкретных задач, внесения, при необходимости, требуемых корректировок в процесс обучения.

Предусматривается проведение индивидуальных консультаций (в том числе консультирование посредством электронной почты), предоставление дополнительных учебно-методических материалов (в зависимости от диагноза).

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Технология нанесения тонких пленок» (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

М.О. Макеев
инициалы, фамилия

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



ПОДПИСЬ

С.В. Агасиева
инициалы, фамилия

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



ПОДПИСЬ

С.В. Агасиева
инициалы, фамилия

Инженерная академия

(факультет институт аналитики)

Рекомендовано МССН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины _____ Технология производства гетероструктурных интегральных схем

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

(наименование образовательной программы и соответствия с направленностью (профиль)

1. Цели и задачи дисциплины: Целью освоения дисциплины «Технология производства гетероструктурных интегральных схем» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области технологического технологических процессов планарной технологии; основных приемов формирования структур элементов интегральных схем; принципов действия технологического оборудования и режимов выполнения технологических операций. Теоретические, расчетные и практические положения дисциплины изучаются в процессе работы над лекционным курсом, при выполнении практических работ, и самостоятельной работе с учебной и технической литературой.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Технология производства гетероструктурных интегральных схем» относится к вариативной части блока 1 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)
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)			
ПК-5	Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик	Аддитивные технологии; Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа; Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники	Технология нанесения тонких пленок
ПК-7	Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий	Аддитивные технологии; Материалы наноструктурных установок; Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа; Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники	Технология нанесения тонких пленок
ПК-8	Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных	Аддитивные технологии; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа; Технология изготовления устройств нано- и	Технология нанесения тонких пленок

электромеханических систем	микросистемной техники	
----------------------------	------------------------	--

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
 ПК-5 - Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик; ПК-7 - Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий; ПК-8 - Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.

(определяются в соответствии с ОС ВО РУДН)

- В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- современный уровень развития полупроводниковой технологии;
- основные технологические операции, режимы их проведения;
- методы контроля параметров получаемых изделий;
- схемы технологических установок;
- требования к используемым материалам.

Уметь:

- понимать информацию, которую содержат описания технологических процессов;
- выполнять оценки основных параметров технологического процесса;
- выполнять основные технологические операции.

Владеть: методами разработки схемы технологического процесса изготовления электронной схемы с заданными структурными элементами

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зачетных единиц (180 ч.)**.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3	4		
Аудиторные занятия (всего)	68	36	32		
В том числе:	-	-	-	-	-
<i>Лекции</i>	34	18	16		
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	34	18	16		
<i>Семинары (С)</i>	-	-	-		
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-		
Самостоятельная работа (всего)	112	36	76		
Общая трудоемкость	час	180	72	108	
	зач. ед.	5	2	3	

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы)
1	Понятие технологии гетероструктурных интегральных схем	Основные технологические процессы. Планарная технология. Характеристика современной технологии ИМС
2	Подготовка подложек	Ориентирование кристаллов. Механическая обработка;

3) Легирование полупроводниковых подложек	Диффузия примесей в полупроводник. Диффузия в потоке газа-носителя. Измерение параметров диффузионных слоев. Легирование полупроводников ионным внедрением. Радиационные эффекты в кремнии. Отжиг имплантированного кремния.
4) Нанесение пленок на поверхность подложек	Хлоридный и гидридный методы эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Термическое окисление. Вакуумное напыление. Схема вакуумной установки. Ионно-плазменное напыление тонких плёнок. Магнетронные системы напыления. Химическое осаждение тонких плёнок из газовой фазы.
5) Получение рисунка элементов гетероструктурных интегральных схем	Ионно-плазменное травление. Фотолитография. Позитивные и негативные фоторезисты. Методы создания фотошаблонов. Электролитография. Особенности литографии нанометровых размеров.
6) Типовой технологический процесс	Изоляция элементов в интегральных микросхемах. Изоляция р-п переходом. Изоляция диэлектрическими плёнками. Локальное окисление. Типовой технологический процесс изготовления изопланарной биполярной СБИС. Типовой технологический процесс изготовления п-канальных МОП СБИС. Металлизация ИС. Разводка на основе плёнок алюминия. Сборка интегральных микросхем. Методы присоединения кристаллов. Метод термокомпрессии, ультразвуковой сварки.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
<i>3, 4 семестр</i>							
1.	Понятие технологии микро- и нанополупроводниковых схем	6	6	-	-	18	30
2.	Подготовка полупроводниковых подложек	6	6	-	-	19	31
3.	Легирование полупроводниковых подложек	5	5	-	-	18	28
4.	Нанесение пленок на поверхность подложек	6	6	-	-	19	31
5.	Получение рисунка элементов интегральных схем	5	5	-	-	19	29
6.	Типовой технологический процесс	6	6	-	-	19	31
	Всего:	34	34	-	-	112	180

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

6. Лабораторный практикум не предусмотрен

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела (темы) дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час.) ОФО
1.	2.	Анизотропное травление кремния	4
2.	3.	Расчет технологических режимов создания планарного п-р-п транзистора	6
3.	3.	Расчет параметров распределения примесей при ионном легировании	4
4.	4.	Расчет скорости роста эпитаксиальной пленки	4
5.	4.	Расчет однородности толщины напыляемой пленки	4
6.	5.	Получение рисунка элементов интегральных схем	6
7.	6.	Особенности типовых технологических процессов	6
	Итого		34

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные тесты, сценарии к проведению семинарских занятий, подбор задач для текущего контроля. Компьютерный класс, оснащенный видеопроектором.

9. Информационное обеспечение дисциплины:

Осуществление образовательного процесса по дисциплине базируется на использовании следующих информационных технологий:

1. 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.mos.ru/mka/>

- <http://www.minstroyrf.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 и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Кондрашин А.А., Лямин А.И., Слепцов В.В. Современные технологии изготовления трехмерных электронных устройств: Учеб. пособие. – М.: Техносфера, 2019. – 210 с.

2. K. Reinhardt, W. Kern. Handbook of silicon wafer cleaning technology. Thrid edition.2018. –

б) дополнительная литература:

1. Мочалкина О.Р.; Березин А.С.
Технология и конструирование интегральных микросхем : Учеб. пособие для вузов, Березин А.С., Мочалкина О.Р., М., Радио и связь, 1992.
2. Курносков А.И.; Юдин В.В.
Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем : учеб. пособие для вузов, А. И. Курносков, В. В. Юдин, М., Высш.школа, 1986.
3. Таиров Ю.М.; Пичугин И.Г.
Технология полупроводниковых приборов : И.Г. Пичугин; Учеб.пособие для вузов, М., Высш.школа, 1984.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля):**Вопросы для самопроверки и обсуждений по темам.**

1. Какие законы распределения примеси в кремнии вам известны?
2. Как проводится диффузия из жидких диффузантов?
3. Почему газы разделяются на три потока при диффузии из PCl_3 ?
4. Какими параметрами характеризуются диффузионные слои и как они определяются?
5. Каковы ограничения на параметры подложек и диффузионных слоев при использовании четырехзондового метода определения удельного поверхностного сопротивления слоя?
6. Каким источником примеси (бесконечным или ограниченным) является фосфоросиликатное стекло на поверхности кремниевой подложки?
7. В чем состоят преимущества и недостатки твердых и жидких источников диффузантов?
8. Какие факторы влияют на воспроизводимость удельного поверхностного сопротивления диффузионного слоя?
9. Какие факторы влияют на выбор состава газа-носителя в процессах окисления нитрида бора и диффузии бора в кремний?
10. Каково назначение пленок SiO_2 в планарной технологии?
11. По каким законам происходит рост SiO_2 (для "тонких" и "толстых" пленок)?
12. Каковы преимущества и недостатки окисления кремния в сухом и влажном кислороде, в парах воды, при нормальном и высоком давлении?
13. В чем заключается цветовой метод определения толщины SiO_2 ?
14. В каких технологических процессах имеет значение гидрофильность (или гидрофобность) поверхности пленок SiO_2 ?
15. В каких технологических операциях при создании интегральных микросхем применяется травление?
16. Какие травители являются изотропными, а какие анизотропными и почему?
17. Чем определяется скорость диффузии травителя и скорость химической реакции?
18. Каковы преимущества анизотропного травления?
19. Какая из главных кристаллографических плоскостей в кремнии травится с наибольшей скоростью в анизотропных травителях?
20. Какую форму имеют лунки при локальном анизотропном травлении по плоскости (100) для окон, имеющих круглую форму?

Перечень вопросов итоговой аттестации по курсу**Вопросы на зачет:**

1. Современное состояние технологии ИМС.
2. Планарная технология. Типовой технологический процесс планарно-эпитакциального транзистора.
3. Кристаллическая структура полупроводников. Ориентация слитков.
4. Последовательность операций механической обработки.
5. Резка полупроводниковых слитков на пластины.
6. Абразивные материалы для обработки полупроводниковых пластин.

7. Шлифовка и полировка полупроводниковых подложек.
8. Методы разделения полупроводниковых пластин на кристаллы.
9. Технохимические процессы. Общие сведения.
10. Химическая очистка полупроводниковых подложек.
11. Вода в полупроводниковом производстве.
12. Назначение операций очистки полупроводниковых подложек.
13. Требования к реактивам, применяемым для очистки полупроводниковых пластин.
14. Последовательность операций очистки подложек после механической обработки.
15. Теоретическая модель химического травления кремния.
16. Полирующие и селективные травители. Анизотропное травление кремния.
17. Химико-динамическая обработка полупроводниковых подложек.
18. Газовое травление кремния.
19. Электрохимическая обработка полупроводниковых пластин.
20. Механизм диффузии примесей в кремнии.
21. Математические модели процессов диффузии. Распределение примесей.
22. Характеристики диффузантов.
23. Практические методы диффузии (жидкие, твердые, газообразные, пленкообразующие источники).
24. Локальная диффузия.
25. Дефекты, возникающие при диффузии.
26. Контроль параметров диффузионных слоев.
27. Метод ионной имплантации. Беспорядочный и каналированный пучок.
28. Средний нормальный пробег, среднеквадратичное отклонение, боковое рассеяние при ионной имплантации.
29. Распределение примесей при ионном легировании.
30. Схема ионно-лучевой установки.
31. Назначение блоков установки ионного легирования.
32. Вещества – источники ионов для внедрения в полупроводниковые подложки.
33. Достоинства ионного легирования. Применение ионного легирования в технологии ИМС.
34. Радиационные эффекты при ионном легировании (коэффициент использования примеси, доза аморфизации).
35. Отжиг дефектов, создаваемых при ионном легировании.
36. Импульсный отжиг полупроводниковых подложек.
37. Физические методы исследования ионно-легированных слоев.
38. Применение ионной имплантации в технологии ИМС.
39. Понятие эпитаксии, виды эпитаксии. Механизм газофазной эпитаксии.
40. Хлоридный метод газофазной эпитаксии. Газовая система.
41. Реакторы для газофазной эпитаксии.
42. Управление качеством и скоростью эпитаксии для газофазного процесса.
43. Легирование эпитаксиальных слоев при газофазной эпитаксии.
44. Распределение примесей на границе пленка-подложка при газофазной эпитаксии.
45. Эпитаксия на подложках со скрытыми слоями.
46. Силановый (гидридный) метод автоэпитаксии кремния.
47. Гетероэпитаксия кремния на сапфире. Характеристики используемых материалов.

48. Механизм осаждения гетероэпитаксиальных пленок кремния на сапфире. Дефекты пленок при гетероэпитаксии.
49. Схема установки молекулярно-лучевой эпитаксии.
50. Контроль параметров эпитаксиальных слоев.
51. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Достоинства, недостатки.
52. Методы легирования эпитаксиальных слоев при молекулярно-лучевой эпитаксии. Характеристики примесей. Коэффициент аккомодации.
53. Применение тонких пленок в микроэлектронике.
54. Термическое окисление кремния. Законы роста пленок SiO_2 .
55. Окисление в сухом кислороде и в парах воды.
56. Термокомпрессионное окисление.
57. Заряд в пленках SiO_2 , образующийся при термическом окислении.
58. Окисление в галогеносодержащих средах.
59. Диэлектрические и маскирующие свойства пленок диоксида кремния.
60. Перераспределение примесей при термическом окислении кремния.

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Технология производства гетероструктурных интегральных схем» (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:

Ассистент,

Кафедра «Нанотехнологии и
микросистемная техника»
должность, название кафедры



подпись

П.А.Михалёв
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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются код и наименование направления подготовки специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

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

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области нанотехнологий, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Изучение дисциплины «Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа» предусматривает получение знаний о структуре наноразмерных углеводородных материалов, морфологических особенностях и свойствах углеродных наноматериалов на основе растительного сырья: видах нанопористых материалов. Предусматривается изучение методов подготовки мембран, сорбентов и катализаторов, способов получения углеродных наноматериалов и областей применения углеродных наноструктурированных материалов.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа» относится к вариативной части блока 1 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)
Общепрофессиональные компетенции			
1	ОПК-7 Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники	Иностранный язык в профессиональной деятельности магистра	Преддипломная практика
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности научно-исследовательский)			
1	ПК-5. Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик	Аддитивные технологии; Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга	Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Технология нанесения тонких пленок
2	ПК-7. Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления	Аддитивные технологии; Материалы наноструктурных установок; Синтез композиционных	Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем;

	нанозлектронных изделий	материалов методом электроспиннинга	Технология нанесения тонких пленок
3	ПК-8 Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	Аддитивные технологии	Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Технология нанесения тонких пленок

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
 Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники (ОПК-7)
 Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик (ПК-5)
 Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанозлектронных изделий (ПК-7)
 Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем (ПК-8)
оказываются в соответствии с ОС ВО РУДН

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	45	27	18
В том числе:	-	-	-
Лекции	15	9	6
Практические занятия (ПЗ)	30	18	12
Семинары (С)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	135	81	54
Общая трудоемкость	180	108	72
	час		
	зач. ед.	5	2
			3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Основные понятия	Структура наноразмерных углеводородных материалов, особенности и формы углеродов; морфологические особенности и свойства углеродных наноматериалов на основе растительного сырья; виды нанопористых материалов, методы подготовки мембран, сорбентов и катализаторов.

2.	Способы получения углеродных материалов, и их применения	Способы получения углеродных наноматериалов. Применение углеродных наноструктурированных материалов.
----	--	--

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Основные понятия	9	18	-	-	81	108
2.	Способы получения углеродных материалов, и их применения	6	12	-	-	54	72

6. Лабораторный практикум – не предусмотрен

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.			
2.			
...			

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1	1	Структура наноразмерных углеводородных материалов и их особенности	6
2	1	Нанопористые материалы	6
3	1	Методы подготовки мембран, сорбентов и катализаторов	6
4	2	Способы получения углеродных наноматериалов	6
5	2	Применение углеродных наноструктурированных материалов	6

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Контрольные вопросы, сценарии к проведению лекций и практических занятий, подбор вопросов для докладов. Компьютерный класс, оснащенный видеопроктором.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение: Стандартное программное обеспечение ЭВМ.

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

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevier.com/locate/scopus/>

- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://elibrary.ru/authors.asp>

- 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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Процессы получения наночастиц и наносистем [Текст] : учебно-методическое пособие / Л. М. Гуревич ; Министерство образования и науки Российской Федерации. Волгоградский государственный технический университет. - Волгоград : ВолгТУ, 2018. - 81, [2] с. : ил. ; 20 см. : ISBN 978-5-9948-3088-8
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>

б) Дополнительная литература:

1. Физико-химические основы нанотехнологий [Текст] : учебное пособие / Ю. В. Поленов, М. В. Лукин, Е. В. Егорова ; М-во образования и науки Российской Федерации. Ивановский государственный химико-технологический ун-т. - Иваново : Ивановский государственный химико-технологический ун-т, 2013. - 195 с. : ил.; ISBN 978-5-9616-0473-3
2. Неорганические наноматериалы [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Химическая технология материалов современной энергетики" : электронное издание / Э. Г. Раков. - Москва : Бинном. Лаб. знаний, 2013. - 477 с. : ил., табл.; 22 см. - (Нанотехнологии); ISBN 978-5-9963-2108-7
3. Шашок, Ж. С. Применение углеродных наноматериалов в полимерных композициях / Ж. С. Шашок, Н. Р. Прокопчук. - Минск: БГТУ, 2014. - 232 с. - ISBN 978-985-530-317-7.
4. Новоселов К.С. «Графен: материалы Флатлэндин» (Нобелевская лекция)УФН, т181, No12, с.1129-1311,2011г.
5. Нанотрубки и фуллерены : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 210602 "Наноматериалы" / Э. Г. Раков. - Москва : Физматкнига (ФМ) : Логос (Л), 2006 (Тольятти : ИД Современник). - 374 с. : ил., табл.; 22 см. - (Новая университетская библиотека); ISBN 5-98699-009-9
6. Введение в наноматериаловедение [Текст] : монография / В. И. Кодолов, Н. В. Семакина, В. В. Тринеева ; Министерство образования и науки Российской Федерации : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова". - Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2018. - 473, [1] с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-7526-0792-9
7. Пул-мл Ч., Оуэс Ф. Нанотехнологии изд. 5-е, М.:Техносфера,2010.-336 с.
8. Мартинес-Дуарт Дж. М. и др нанотехнологии для микро-и оптоэлектроники М.:Техносфера, 2009.-368с.
9. Наноматериалы и нанотехнологии: учебное пособие /В.С.Кирчанов; Пермский нац.исслед.политех. ун-т. -Пермь,Изд-во Перм. нац.иссл.политех.ун-та 2016-193с.

10. Введение в химию и физику наноструктур и наноструктурированных материалов : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Нанотехнология" и "Наноматериалы" / В. М. Таланов, Г. П. Ерейская, Ю. И. Юзюк : М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Российская акад. естествознания. - Москва : Акад. Естествознания, 2008. - 389 с. : ил., табл.; 30 см.; ISBN 978-5-91327-029-0

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

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования: «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности; удовлетворение потребностей личности в получении соответствующего образования».

Решение этих задач невозможно без такого элемента обучения как самостоятельная работа студентов над учебным материалом. Однако, повысить качество самостоятельной работы можно только при ответственном отношении преподавателя за развитие навыков самостоятельной работы и повышение творческой активности студентов.

В ходе практических занятий студенту рекомендуется конспектировать основное содержание курса. При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучаемых. Целесообразно при проведении практических занятий по всем разделам программы иллюстрировать практический материал большим количеством примеров, что позволяет усилить наглядность изложения и продемонстрировать обучаемому приемы решения задач.

В процессе освоения дисциплины, в рамках самостоятельной работы студент работает с литературой в библиотеке РУДН; использует ресурсы информационно-коммуникационной сети «Интернет».

Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, 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 доклада студентов должна:

- отвечать содержанию учебной программы для дисциплины;
- иметь четкое и короткое название;
- отвечать сущности задач, которые изучаются.

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

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

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы

Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

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 доклада 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 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.

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, а также предусмотрена возможность разработки аудиоматериалов.

По данной дисциплине обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и дистанционно с использованием возможностей электронной образовательной среды (Учебного портала) и электронной почты.

В ходе аудиторных учебных занятий используются различные средства интерактивного обучения, в том числе, групповые дискуссии, мозговой штурм, деловые игры, проектная работа в малых группах, что дает возможность включения всех участников образовательного процесса в активную работу по освоению дисциплины. Такие методы обучения направлены на совместную работу, обсуждение, принятие группового решения, способствуют сплочению группы и обеспечивают возможности коммуникаций не только с преподавателем, но и с другими обучаемыми, сотрудничество в процессе познавательной деятельности.

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может производиться по утвержденному индивидуальному графику с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, что подразумевает индивидуализацию содержания, методов, темпа учебной деятельности обучающегося, возможность следить за конкретными действиями студента при решении конкретных задач, внесения, при необходимости, требуемых корректировок в процесс обучения.

Предусматривается проведение индивидуальных консультаций (в том числе консультирование посредством электронной почты), предоставление дополнительных учебно-методических материалов (в зависимости от диагноза).

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа» (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

М.О. Макеев
инициалы, фамилия

Руководитель программы

Доцент,

Кафедра «Нанотехнологии и
микросистемная техника»
должность, название кафедры


подпись

С.В. Агасева
инициалы, фамилия

ИО ведущего кафедрой

Доцент,

Кафедра «Нанотехнологии и
микросистемная техника»
должность, название кафедры


подпись

С.В. Агасева
инициалы, фамилия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Thin film technology / Технология нанесения тонких
пленок

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указывается код и наименование направления подготовки специальности)

Направленность программы (профиль)

Нанотехнологии

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

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Thin film technology / Технология нанесения тонких пленок» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области нанотехнологий и микросистемной техники, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Изучение дисциплины «Технология нанесения тонких пленок» предусматривает приобретение навыков напыления тонких пленок и оценки их качества. Предусматривается изучение физических явлений, происходящих на различных этапах процесса напыления и роста пленок; существующих теорий роста тонких пленок, рассмотрению современных методов роста и контроля качества пленок, их возможностей и ограничений; взаимосвязи физических свойств тонких пленок со структурой и дефектами.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Thin film technology / Технология нанесения тонких пленок» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина по выбору 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)
Общепрофессиональные компетенции			
1	ОПК-4. Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов.	Введение в микро- и нанозлектромеханические системы; Технологии программирования; Материалы наноструктурных установок	Научно-исследовательская работа
Профессиональные компетенции			
2	ПК-5. Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик	Аддитивные технологии; Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа	Технологическая практика
3	ПК-7. Способность разрабатывать современные технологические процессы	Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники;	Технологическая практика

	изготовления нанозлектронных изделий.	Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Аддитивные технологии; Материалы наноструктурных установок; Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа	
4	ПК-8. Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	Аддитивные технологии; Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники; Технология производства гетероструктурных интегральных схем; Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа	Технологическая практика

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-4. Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов.
- ПК-5. Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик
- ПК-7. Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанозлектронных изделий.
- ПК-8. Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр			
		3			
Аудиторные занятия (всего)	36	36			
В том числе:	-	-			
<i>Лекции</i>	18	18			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	18	18			
<i>Семинары (С)</i>	-	-			
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-			
Самостоятельная работа (всего)	36	36			
Общая трудоемкость	час	72	72		
	зач. ед.	2	2		

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (тема)
1	Основные типы тонких пленок и методы их формирования	Области применения тонких пленок. Классификация пленок и покрытий. Отличительные особенности тонкопленочного состояния вещества. Термическое и электронно-лучевое испарение. Химическая газофазная эпитаксия. Лазерная эпитаксия. Жидкофазная эпитаксия. Ионно-плазменные методы. Плазмохимическое осаждение. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
2	Свойства тонких пленок и их исследования	Классификация методов диагностики и контроля. Взаимодействие электронного луча с образцом. Электронные микроскопия и спектроскопия. Взаимодействие света с веществом. Эллипсометрия. Сканирующая зондовая микроскопия.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Основные типы тонких пленок и методы их формирования	9	9	-	-	18	36
2.	Свойства тонких пленок и их исследования	9	9			18	36
	Всего:	18	18	-	-	36	72

6. Лабораторный практикум (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.			
2.			
...			

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1.	1.	Методы формирования тонких пленок	18
2.	2.	Эллипсометрия	8
3.	2.	Сканирующая зондовая микроскопия.	8

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория с перечнем материально-технического обеспечения	Местонахождение
Учебные аудитории №554 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект специализированной мебели: технические средства: плазменный телевизор Samsung PS-50 A410C1	115419, Москва, ул. Орджоникидзе, дом 3, стр. 4

9. Информационное обеспечение дисциплины

Осуществление образовательного процесса по дисциплине базируется на использовании следующих информационных технологий:

а) программное обеспечение: Стандартное программное обеспечение ЭВМ.

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

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevier.com/locate/scopus/>

- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования <https://elibrary.ru/authors.asp>

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>

- 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/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Технология тонких пленок и покрытий: учебное пособие / Л. Н. Маскаева, Е. А. Федорова, В. Ф. Марков ; под общей редакцией Л. Н. Маскаевой ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-7996-2560-3.
2. Антоненко С. В. Технология тонких пленок : учебное пособие / С. В. Антоненко. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2008. — 104 с. — ISBN 978-5-7262-1036-0.
3. Технология тонких пленок : справ. : в 2 т. / под ред. Л. Майссела, Р. Глэга ; пер. с англ. под ред. М. И. Елинсона, Г. Г. Смолко. — М. : Сов. радио, 1977. — Т. 1. — 664 с.
4. Технология тонких пленок : справ. : в 2 т. / под ред. Л. Майссела, Р. Глэга ; пер. с англ. под ред. М. И. Елинсона, Г. Г. Смолко. — М. : Сов. радио, 1977. — Т. 2. — 768 с.
5. Применение инфракрасной спектроскопической эллипсометрии в нанотехнологиях: монография / М.О. Макаев, С.А. Мешков, Ю.А. Иванов. — Москва: РУДН, 2018. — 144 с.
6. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учебное пособие для студентов старших курсов / Институт физики микроструктур РАН. Нижний Новгород, 2004. 114 с.
7. В.А. Швец, Е.В. Снесивцев. Эллипсометрия. Учебно-методическое пособие к лабораторным работам. / Новосибирск, издательство НГУ, 2013. 87 с.
8. Взаимодействие электронного пучка с образцом. ФТИ им. А.Ф. Иоффе. 2010. http://phys.spbau.ru/files/EIBeamInt_v.n1.0_1.pdf

б) дополнительная литература:

1. Ellipsometry Tutorial с сайта www.jawoollam.com.

2. Эвелина Никельшпарг. Спектроскопия КР: новые возможности старого метода. 2015.

- <https://biomolecula.ru/articles/spektroskopii-kr-novye-vozmozhnosti-starogo-metoda>
3. Денис Курек. Атомно-силовая микроскопия: увидеть, прикоснувшись. <https://biomolecula.ru/articles/atomno-silovaia-mikroskopii-uvidet-prikosnuvshis>
 4. Анастасия Тительмаер. Лучше один раз увидеть, или микроскопия сверхвысокого разрешения. 2012. <https://biomolecula.ru/articles/luchshe-odin-raz-uvidet-ili-mikroskopii-sverkhvysokogo-razresheniia>
 5. Основные принципы анализа размеров частиц. Dr. Alan Rawle, Malvern Instruments Limited.

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

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования: «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности: удовлетворение потребностей личности в получении соответствующего образования».

Решение этих задач невозможно без такого элемента обучения как самостоятельная работа студентов над учебным материалом. Однако, повысить качество самостоятельной работы можно только при ответственном отношении преподавателя за развитие навыков самостоятельной работы и повышение творческой активности студентов.

В ходе практических занятий студенту рекомендуется конспектировать основное содержание курса. При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучаемых. Целесообразно при проведении практических занятий по всем разделам программы иллюстрировать практический материал большим количеством примеров, что позволяет усилить наглядность изложения и продемонстрировать обучаемому приемы решения задач.

В процессе освоения дисциплины, в рамках самостоятельной работы студент: работает с литературой в библиотеке РУДН; использует ресурсы информационно-коммуникационной сети «Интернет».

Методические указания для подготовки доклада

Цель выполнения доклада – закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний, практических навыков, 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 доклада студентов должна:

- отвечать содержанию учебной программы для дисциплины;
- иметь четкое и короткое название;
- отвечать сущности задач, которые изучаются.

Структурными элементами доклада являются:

Вводная часть

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

Основная часть

- три (возможно два) раздела;
- заключение

Список использованной литературы

Приложения.

Доклад оформляется в бумажном и электронном виде (в формате .doc), а также оформляется презентация в электронном виде (в формате .ppt), отражающая все структурные элементы доклада.

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 доклада 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.

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, а также предусмотрена возможность разработки аудиоматериалов.

По данной дисциплине обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и дистанционно с использованием возможностей электронной образовательной среды (Учебного портала) и электронной почты.

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может производиться по утвержденному индивидуальному графику с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, что подразумевает индивидуализацию содержания, методов, темпа учебной деятельности обучающегося, возможность следить за конкретными действиями студента при решении конкретных задач, внесения, при необходимости, требуемых корректировок в процесс обучения.

Предусматривается проведение индивидуальных консультаций (в том числе консультирование посредством электронной почты), предоставление дополнительных учебно-методических материалов (в зависимости от диагноза).

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Thin film technology / Технология нанесения тонких пленок» (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

М.О. Макеев
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