



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Физический факультет*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Технология наноматериалов и структур**

Кафедра «Инженерная физика»

Образовательная программа

**11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Профиль подготовки  
«Физика полупроводников и диэлектриков»

Уровень высшего образования  
магистратура

Форма обучения очная

Статус дисциплины: вариативная

Махачкала 2018

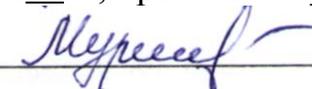
Рабочая программа дисциплины составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (уровень магистратуры) от «30» октября 2014г. № 1407.

Разработчик(и): кафедра инженерной физики  
Кардашова Г.Д. – к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры Инженерная физика от «25» 06 2018 г., протокол № 1а

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «29»  
06 2018 г., протокол № 11.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением «02» 07 2018 г. 

(подпись)

## Оглавление

Аннотация рабочей программы дисциплины .....	4
1. Цель освоения дисциплины .....	5
2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры .....	6
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .....	7
4. Объем, структура и содержание дисциплины. ....	9
4.1. Объем дисциплины .....	9
4.2. Структура дисциплины. ....	9
4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам). ....	10
4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине. ....	10
4.3.2. Темы семинарских и практических занятий .....	12
4.3.3. Темы самостоятельной работы .....	13
5. Образовательные технологии .....	13
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов .....	14
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. ....	15
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	16
7.2. Типовые контрольные задания .....	19
Примерные вопросы на экзамен .....	20
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	22
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	23
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. ....	24
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем. ....	26
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	27

## *Аннотация рабочей программы дисциплины*

Дисциплина «Технология наноматериалов и структур» входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника». Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой Инженерная физика.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с с теоретическими основами технологии наноматериалов и структур, современными методами выявления и установления кристаллической структуры, элементного и фазового состава конденсированных систем.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных - ОПК-4, профессиональных - ПК-1, ПК-2, ПК-7.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме индивидуальное собеседование, письменные контрольные задания, коллоквиума, тестирование и пр. и контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий 144

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
		Лекции и	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
11	144	74	12	-	26	36	-	70	экзамен

## **1. Цель освоения дисциплины**

**Цель изучения** дисциплины «Технология наноматериалов и структур» состоит в формировании у магистров теоретических и практических навыков будущей профессии, совершенствования базовых знаний о наноматериалах и технологиях. Дисциплина «Технология наноматериалов и структур» формирует теоретические знания, практические навыки, формирует компетенции, которые дают возможность выполнять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательскую, производственно-технологическую, организационно-управленческую.

Задачами дисциплины является изучить физические методы получения функциональных наноматериалов и структур, освоить базовые принципы физических методов исследования наноматериалов и технологий создания устройств на их основе, дать представление о системах и устройствах на основе функциональных наноматериалов и структур.

В результате изучения курса магистры должны:

- понимать физическую сущность процессов, протекающих в наноматериалах и в структурах, созданных на основе этих материалов, в том числе и при воздействии внешних полей и изменении температуры;
- иметь опыт проведения количественных оценок величины эффектов и характеристических параметров с учётом особенностей кристаллической структуры.
- понимать современные тенденции в совершенствовании технологии наноматериалов и структур;
- быть готовыми к самостоятельному освоению и грамотному использованию результатов новых экспериментальных и теоретических исследований в области наноматериалов и структур, к самостоятельному выбору методов и объектов исследования.

Основные разделы программы курса: определения и классификация нанотехнологий, понятие о наноматериалах. основы

классификации и типы структур наноматериалов, основные технологии получения наноматериалов, основные методы исследования наноматериалов.

## ***2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры***

Дисциплина «Технология наноматериалов и структур» входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

Для освоения дисциплины требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

- Физика полупроводников и диэлектриков
- Физика и технология электрических переходов
- Физика конденсированного состояния
- Физические основы электроники
- Новые направления физического материаловедения

и знания в области математики.

Для освоения данной дисциплины магистр должен иметь основополагающие представления об основных подходах к описанию реальных физических процессов и явлений, как на классическом, так и на квантовом уровне; иметь знания о методах решения практических задач физики конденсированного состояния на основе современных математических моделей описания физических объектов; владеть фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики конденсированного состояния, а также методами физического исследования. Магистры должны обладать навыками, необходимыми для решения конкретных физических проблем с использованием приёмов и методов математической физики; для описания разнообразных физических процессов и состояний в полупроводниках и диэлектриках.

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).**

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-4	Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основы зонной теории полупроводников и диэлектриков, зонную структуру основных полупроводников;</li> <li>• основные подходы к описанию реальных физических процессов и явлений в полупроводниках и диэлектриках, как на классическом, так и на квантовом уровне;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения;</li> <li>• самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физики полупроводников и диэлектриков, физики систем пониженной размерности;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основами теоретических знаний для решения практических задач как в области физики полупроводников и диэлектриков, так и на междисциплинарных границах физики микро- и наноэлектроники;</li> <li>• методами количественного формулирования и решения практических задач по физике наноматериалов и структур.</li> </ul>

ПК-1	Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	<p><b>Знать:</b> основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники;</p> <p><b>Уметь:</b> предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и наноэлектроники, формулировать цели и задачи научных исследований; применять методы планирования, организации и проведения научных исследований.</p> <p><b>Владеть:</b> действующими стандартами и нормами по оформлению научно-технической документации; навыками авторского сопровождения разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники на этапах проектирования и производства; навыками разработки нормативных документов и научно-технической документации.</p>
ПК-2	Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	<p><b>Знать:</b> основные операционные системы реального времени</p> <p><b>Уметь:</b> применять типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств, ориентированных на решение научных, проектных и технологических задач в области электроники и наноэлектроники;</p> <p><b>Владеть:</b> практическими навыками работы</p>

		с программными пакетами математического моделирования
ПК-7	Готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	<p><b>Знать:</b> достижения передового отечественного и зарубежного научного опыта в области электроники, микро- и наноэлектроники.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;</p> <p><b>Владеть:</b> современной научной терминологией и навыками применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств, ориентированных на решение проектных и технологических задач в области электроники и наноэлектроники</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

##### 4.1. Объем дисциплины

составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

##### 4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль 1.</b>									
1	Определения и классификация	11		2	6		8	16	(ДЗ), (С), (КСР)

	нанотехнологий.								
2	Понятие наноматериалов. Основы классификации и типы структур наноматериалов.			4	8		10	19	(ДЗ), (С), (КСР)
	<b>Итого по модулю 1:</b>			<b>6</b>	<b>14</b>		<b>18</b>	<b>35</b>	
	<b>Модуль 2</b>								
3	Основные технологии получения наноматериалов.			4	6		8	16	(ДЗ), (С), (КСР)
4	Основные методы исследования наноматериалов			2	6		10	19	(ДЗ), (С), (КСР)
	<b>Итого по модулю 2:</b>			<b>6</b>	<b>12</b>		<b>18</b>	<b>35</b>	
	<b>ИТОГО: 144</b>			<b>12</b>	<b>26</b>		<b>36</b>	<b>70</b>	

### **4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).**

#### **4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.**

#### **Модуль 1**

##### **Тема 1. Определения и классификация нанотехнологий**

Особенности структурного состояния нанокристаллических материалов. Свойства наноструктурированных материалов. Размерные эффекты. Основы технологии и методы получения наноструктурированных материалов.

**Тема 2.** Понятие о наноматериалах. Основы классификации и типы структур наноматериалов. Пористые и аморфные наноматериалы. Фуллерены, фуллериты и нанотрубки. Нанокпозиционные материалы. Нанополимерные композиты. Металлосодержащие полимеры.

#### **Модуль 2**

##### **Тема 3. Основные технологии получения наноматериалов.**

Порошковая металлургия получения наноматериалов. Получение аморфных материалов. Методы с использованием интенсивной пластической деформации. Методы физического и химического осаждения из паровой фазы. Методы получения фуллеренов, нанотрубок. Пучки заряженных частиц низких и средних энергий в нанотехнологиях. Технология консолидированных материалов и полупроводников

#### **Тема 4. Основные методы исследования наноматериалов**

Микроскопические методы исследования наноматериалов. Зондовая микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. конфокальная или флуоресцентная микроскопия. Оптическая микроскопия ближнего поля.

<b>модуль</b>	<b>Содержание темы</b>
1.	<p><b>Тема 1.</b> Определения и классификация нанотехнологий История становления нанотехнологий. Нанотехнологии в России и зарубежом. Современное состояние наноиндустрии. Преимущества и перспективы нанотехнологий. Проблемы внедрения нанотехнологий. Междисциплинарность нанотехнологий. Нано-центры. Нано- конференции. Нанотехнологии и инновации.</p> <p><b>Тема 2.</b> Понятие о наноматериалах. Основы классификации и типы структур наноматериалов.</p> <p>Понятие «наноматериалы». Определение нанодиапазона. Классификация по размеру объекта. Классификация наноматериалов по размерности Классификация наноматериалов по фазовому составу. Классификация наноматериалов по природе нанофазы. Физические формы наноматериалов. Углеродные наноматериалы. Свойства и структура углеродных наноматериалов. Фуллерены, фуллериты. Нанотрубки. Графен. Применение углеродных Материалы на металлической основе. Квантовые точки. Нанокристаллы металлов и их соединений. Нанопорошки металлов и оксидов металлов. Классификация нанопорошков. Применение нанопорошков. Нанокompозиты. Нанопленки. Полимерные наноматериалы.</p>
2.	<p><b>Тема 3.</b> Основные технологии получения наноматериалов.</p> <p>Кремний – ключевой материал наноэлектроники. Методы получения наноструктур для наноэлектроники. Сканирующая зондовая микроскопия. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Нанолитография. Лучевые методы литографии. Альтернативные методы литографии. Наноимпринтинг.</p> <p><b>Тема 4.</b> Основные методы исследования наноматериалов</p> <p>Микроскопические методы исследования наноматериалов. Зондовая</p>

	микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. конфокальная или флуоресцентная микроскопия. Оптическая микроскопия ближнего поля.
--	--

#### **4.3.2. Темы семинарских и практических занятий**

1. Общие сведения о нанодисперсных материалах.
  - 1.1. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию и размерам частиц.
  - 1.2. Основные представления о формировании и сборке наносистем
2. Методы получения нанодисперсных порошков.
  - 2.1. Физические методы.
  - 2.2. Химические и криохимические методы.
3. Методы получения наноразмерных волокон, пленок и объемных изделий.
  - 3.1. Нанопленки и нановолокна.
  - 3.2. Объемные наноструктуры
4. Физико-химические основы получения наноматериалов.
  - 4.1. Получение нанодисперсных структур по механизму «снизу-вверх»
  - 4.2. Получение нанодисперсных структур по механизму «сверху-вниз»
5. Использование наноматериалов.
  - 5.1. Применение наноматериалов в технике.
  - 5.2. Использование наноматериалов в биотехнологии, фармацевтике и биотехнологии.
6. Хроматографические методы изучения наночастиц.
7. Эксклюзионная хроматография.
8. Электрофорез.
9. Гидродинамическая хроматография.
10. Фракционирование в поперечном поле сил.
11. Спектроскопические методы определения наночастиц.
12. Метод определения общего содержания углерода.
13. Спектроскопия ультрафиолетового и видимого света (ВУФ-спектроскопия).
14. Электронная Оже-спектроскопия.
15. Масс-спектроскопия вторичных ионов.
16. Лазерный микронзондовый анализ.
17. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
18. ИК-спектроскопия.
19. Рамановская спектроскопия.
20. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.
21. Дифракционные методы изучения наноматериалов.
22. Динамическое рассеяние света.
23. Лазерная дифракция.
24. Рентгеновская дифрактометрия

### **4.3.3. Темы самостоятельной работы**

Классификация систем по мерности форм дисперсной фазы: нульмерные, одномерные, двух- и трехмерные материалы.

Получение наночастиц методом испарения- конденсации. Получение нанопорошков распылением расплавов.

Электро- и плазмохимические методы получения наночастиц. Электроэрозионный и детонационный синтезы.

Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ). Электродуговой синтез углеродных нанотрубок (УНТ).

Методы компактирования порошков.

Влияние размерных факторов на свойства наноматериалов.

Механические свойства компактных наноматериалов

Аттестация наноматериалов.

Методы определения размерных характеристик.

Методы определения элементного и фазового состава.

Методы исследования поверхности наноматериалов

Наноматериалы и защита окружающей среды.

Наночастицы в окружающей среде.

Использование нано- материалов для защиты окружающей среды.

Экология в производстве и применении наноматериалов.

Токсикологическое изучение наноматериалов

## **5. Образовательные технологии**

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

- Информационные технологии.
- Проблемное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Междисциплинарное обучение.
- Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, лабораторные занятия, семинарские занятия, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирает наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных

симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность студентов.

По лекционному материалу подготовлено учебное пособие, конспекты лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролируемые модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

## ***6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.***

### ***Промежуточный контроль.***

В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях; - промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

### ***Итоговый контроль.***

Экзамен в конце 11 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе учебной дисциплины. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные

моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и выводы. Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы, уравнения, математические зависимости и их выводы, так как при записи материал значительно лучше усваивается и запоминается.

### ***7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.***

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, зачеты; тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам (модулям) ОПОП (тематики докладов, рефератов и т.п.), а также для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ОПОП (в форме зачетов, экзаменов, курсовых работ / проектов и т.п.) и практикам представлены в Положении «О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки "отлично" заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки "хорошо" заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

### **7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-4	Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>основы зонной теории полупроводников и диэлектриков, зонную структуру основных полупроводников;</li> <li>основные подходы к описанию реальных физических процессов и явлений в полупроводниках и диэлектриках, как на классическом, так и на квантовом уровне;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения;</li> <li>самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос, тестирование.

		<p>литературу, связанную с проблемами физики полупроводников и диэлектриков, физики систем пониженной размерности;</p> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основами теоретических знаний для решения практических задач как в области физики полупроводников и диэлектриков, так и на междисциплинарных границах физики микро- и наноэлектроники;</li> <li>• методами количественного формулирования и решения практических задач по физике наноматериалов и структур.</li> </ul>	
ПК-1	Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	<p><b>Знает:</b> основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники;</p> <p><b>Умеет:</b> предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и наноэлектроники, формулировать цели и задачи научных исследований; применять методы</p>	Письменный опрос, тестирование, контрольные задания, проверка рефератов, выступление на семинарах

		<p>планирования, организации и проведения научных исследований.</p> <p><b>Владеет:</b> действующими стандартами и нормами по оформлению научно-технической документации; навыками авторского сопровождения разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники на этапах проектирования и производства; навыками разработки нормативных документов и научно-технической документации.</p>	
ПК-2	<p>Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию</p>	<p><b>Знает:</b> основные операционные системы реального времени</p> <p><b>Умеет:</b> применять типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств, ориентированных на решение научных, проектных и технологических задач в области электроники и наноэлектроники;</p> <p><b>Владеет:</b> практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования</p>	<p>Письменный опрос, устный опрос, тестирование, контрольные задания, проверка рефератов, выступление на семинарах, мини-конференция.</p>
ПК-7	<p>Готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования</p>	<p><b>Знает:</b> достижения передового отечественного и зарубежного научного опыта в области</p>	<p>Письменный опрос, устный опрос, тестирование, контрольные задания, проверка</p>

	<p>электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ</p>	<p>электроники, микро- и нанoeлектроники.  <b>Умеет:</b>  осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;  <b>Владеет:</b>  современной научной терминологией и навыками применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств, ориентированных на решение проектных и технологических задач в области электроники и нанoeлектроники</p>	<p>рефератов, выступление на семинарах, мини-конференция</p>
--	---	---	--

## 7.2. Типовые контрольные задания

**Контрольная 1.** Особенности структурного состояния нанокристаллических материалов. Общие сведения о наноразмерных структурах. Структура полимерных, биологических и углеродных наноматериалов. Свойства наноструктурированных материалов. Размерные эффекты. Механические свойства. Термодинамические свойства. Электрические свойства. Магнитные свойства.

**Контрольная 2.** Основы технологии и методы получения наноструктурированных материалов. Порошковая металлургия получения наноматериалов. Получение аморфных материалов. Методы с использованием интенсивной пластической деформации. Методы физического и химического осаждения из паровой фазы. Методы получения фуллеренов, нанотрубок. Пучки заряженных частиц низких и средних энергий в нанотехнологиях. Технология консолидированных материалов и полупроводников.

**Контрольная 3.** Пористые и аморфные наноматериалы. Структура аморфных металлических систем, модели аморфных тел и поликластерная модель. Механические, электрические и магнитные свойства аморфных металлических систем. Аморфные полупроводниковые наноматериалы. Контрольная 3. Фуллерены, фуллериты и нанотрубки. Схема образования фуллеренов. Природные фуллерены. Получение композитных нанопленок на основе фуллереновой матрицы методом вакуумного термического напыления.

Уникальные структурные свойства кремниевых нанотрубок и их применение.

**Контрольная 4.** Нанокпозиционные материалы. Нанополимерные композиты. Физико-механические и теплофизические свойства наноккомпозитов, полученных в виде нанокристаллических покрытий. Наногетерогенные композиционные материалы и области их применения. Структура и свойства нанокристаллических пленок и покрытий. Особенности и условия формирования наноструктурных пленок и покрытий. Влияние ионной бомбардировки на качество создаваемого материала. Процесс смешивания элемента с основным материалом.

**Контрольная 5.** Наноккомпозитные покрытия. Многослойные покрытия с наноструктурой. Нанокристаллические покрытия с высокой твердостью. Основные механизмы, ответственные за повышение твердости. Классификация наноккомпозитных покрытий по твердости, фазам и согласно размерности фаз. Механические свойства нанокристаллических покрытий и влияние температуры на эти свойства. Термическая стойкость и окисление покрытий. Сверхрешетчатые наноккомпозиты.

**Контрольная 6.** Применение конструкционных наноструктурированных материалов в технике. Нанокристаллические покрытия в промышленности. Области применения микро- и наноразмерных структур, созданных с помощью сфокусированных пучков заряженных частиц. Потенциальные возможности применения углеродных нанотрубок. Био- нанотехнологии, искусственные материалы и нанофильтрация как новый способ очистки питьевой воды.

### **Примерные вопросы на экзамен.**

1. Повышенная прочность нанокристаллических материалов.
2. Особенность структуры межзерных границ нанокристаллического материала. Доля нанокристаллического вещества, приходящегося на межзеренные границы.
3. Термодинамические особенности наноструктур.
4. Электросопротивление наноматериалов.
5. Особенности наноферромагнетиков. Замена ферромагнетизма при переходе к нанометровым размерам.
6. Понятие суперпарамагнетизма. Зависимость коэрцитивной силы наноферромагнетиков от размеров частиц.
7. Типы нанопористых материалов. Характеристика пористости.
8. Аморфное состояние твердого тела. Близкий и дальний порядок в твердом теле.
9. Отличие понятий «аморфное состояние» и «стеклообразное состояние». Основные способы получения аморфных сплавов. Отличие зонной структуры аморфного полупроводника от его кристаллического аналога.
10. Фуллерен и фулериты.
11. Наноккомпозитный наноматериал. Отличие металлического наноккомпозита от полимерного. Типы наноккомпозитов.
12. Магнитные свойства полимерных композитов.

13. Примеры формирования металлополимерных нанокомпозитов.
14. Условия формирования нанокристаллических пленок.
15. Механизмы управления формированием нанокристаллических покрытий.
16. Нанокомпозитные покрытия. Группы нанокомпозитных покрытий и их классификация.
17. Повышение твердости в нанокомпозитных покрытиях.
18. Влияние структуры покрытий на термические свойства.
19. Что собой представляет антикоррозионный приповерхностный нанослой конструкционного материала.
20. Основные направления применения нанокристаллических материалов в промышленности.
21. Применение наноструктур в приборостроении.
22. Особенности применения наноразмерных структур, созданных с помощью пучков заряженных частиц.
23. Возможности применения углеродных нанотрубок.
24. Применение наноструктур в биотехнологии.

#### **Рекомендации к последовательности выполнения реферата.**

- Изучение проблемы по материалам, доступным в Интернете:
- Согласовать название сообщения.
- Написать тезисы реферата по теме.
- Выразить, чем интересна выбранная тема в наши дни.
- Подготовить презентацию по выбранной теме.
- Сделать сообщение на мини-конференции.

#### ***7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.***

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля – 40 %. Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 25 баллов,
- выполнение лабораторных заданий –,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 25 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 15 баллов.

### **Критерии оценок на курсовых экзаменах**

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

**Критерии оценок** следующие:

- **100 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

- **90 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- **80 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- **70 баллов** - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- **60 баллов** – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- **50 баллов** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- **40 баллов** – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- **20-30 баллов** - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- **10 баллов** - студент имеет лишь частичное представление о теме.

- **0 баллов** – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

**Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в зачетную систему:**

«0 – 50» баллов – незачет

«51 – 100» баллов – зачет

### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

#### **а) основная литература:**

**1. Опадчий, Юрий Федорович.** Аналоговая и цифровая электроника : учебник для вузов / Опадчий, Юрий Федорович, Глудкин, Олег Павлович,

Гуров, Александр Иванович ; Под ред. О.П. Глудкина. - М. : Радио и связь, 1996.

2. **Таиров, Юрий Михайлович.** Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов : учеб. для вузов / Таиров, Юрий Михайлович, В. Ф. Цветков. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2002. - 422,[1] с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 5-8114-0438-7 : 190-08.

3. Хорин И.А. Технологии электронной компонентной базы [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Хорин. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 278 с. — 978-5-4486-0210-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73345.html>

4. Шейн А.Б. Методы проектирования электронных устройств [Электронный ресурс] / А.Б. Шейн, Н.М. Лазарева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2013. — 456 с. — 978-5-9729-0041-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13540.html>

б) дополнительная литература:

1. **Касаткин, Александр Сергеевич.** Электротехника : учеб. для вузов / Касаткин, Александр Сергеевич, Немцов, Михаил Васильевич. - изд. 6-е, перераб. - М. : Высшая школа, 2000.

2. **Татаринов В.Н.** Введение в специальность инженера по проектированию и эксплуатации радиоэлектронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов специальностей «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» «Проектирование и технология радиоэлектронных средств», направления «Конструирование и технология электронных средств» / В.Н. Татаринов, А.А. Чернышев. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 90 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72076.html>

3. **Рабинович О.И.** Основы технологии электронной компонентной базы [Электронный ресурс] : методы контроля характеристик материалов в технологических процессах получения тонкопленочных материалов. Лабораторный практикум / О.И. Рабинович, Д.Г. Крутогин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2013. — 42 с. — 978-5-87623-710-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56231.html>

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1) *eLIBRARY.RU* [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 – . Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.04.2017). – Яз. рус., англ.

2) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).

3) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.03.2018).

4) Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>

5) Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>

### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	<i>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти</i>

	<i>ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.</i>
<i>Практические занятия</i>	<i>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.</i>
<i>Реферат</i>	<i>Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.</i>
<i>Подготовка к экзамену</i>	<i>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.</i>

**Лекционный курс.** Лекция является основной формой обучения в ВУЗе. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов.

Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения аккумуляции энергии особое значение имеют материалы и схемы аккумуляции, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все схемы, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникающие у студентов в ходе лекции, рекомендуются задавать после окончания лекции.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий, подготовке к семинарским занятиям.

## ***11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.***

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

Для усвоения дисциплины используются электронные базы учебно-методических ресурсов, электронные библиотеки.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, с использованием современных компьютерных средств обучения и демонстрации в учебном процессе составляет не менее 70% лекционных занятий.

В процессе обучения используются следующие информационные технологии:

- текстовый процессор Microsoft Word, пакет подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;

- Internet;

- внутренняя локальная сеть ДГУ.

Возвращаясь к применению новых информационных технологий в обучении отметим несколько направлений их применения в образовательном процессе: компьютер, как средство контроля знаний; лабораторный практикум с применением компьютерного моделирования; мульти-медиа-технологии, как иллюстративное средство при объяснении нового материала, персональный компьютер, как средство самообразования.

В практике работы преподавателей для осуществления контроля знаний используются тематические тесты (тестирующие программы); как правило, источником тестов могут служить мультимедиа компакт-диски с обучающими программами или глобальная сеть Интернет. Сегодня многие образовательные учреждения имеют доступ к ресурсам всемирной сети, а некоторые из них создают собственные интернет-страницы и располагают на них методические разработки, учебные программы и т.п:

- моделирование и демонстрацию объектов, явлений и процессов; наиболее целесообразным является моделирование таких процессов, которые невозможно или трудно организовать в обычных кабинетах;

- производство измерений с помощью ЭВМ; имитацию средств измерения и выполнение рутинной части обработки результатов измерений;

- обеспечение различных игровых форм занятий;

- отработка образовательных действий различного характера, решение задач;

- контроль и оценку уровня подготовки обучающихся.

## ***12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.***

Материально – техническая база кафедры инженерной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.04.04 «**Электроника и наноэлектроника**», позволяет готовить магистров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Функционируют специализированные учебные и научные лаборатории: Физика и технология керамических материалов для твердотельной электроники, Физика и технология тонкопленочных структур, Электрически активные диэлектрики в электронике, Физическая химия полупроводников и диэлектриков.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.