



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет
Кафедра инженерной физики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ
ЭЛЕКТРОНИКИ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ**

Образовательная программа магистратуры
11.04.04- Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) программы:
Материалы и технологии электроники и наноэлектроники

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
Входит в обязательную часть

Махачкала 2022

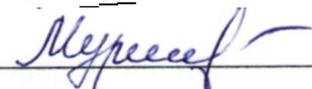
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС3++ ВО по направлению подготовки 11.04.04- Электроника и наноэлектроника, программа магистратуры: Материалы и технологии электроники и наноэлектроники – Приказ Минобрнауки России от 22 сентября 2017 г. № 959 (с изменениями и дополнениями № 1456 от 26.11.2020 г.)

Разработчик (и): кафедра инженерной физики, Шабанов Ш.Ш., к.ф-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры Инженерная физика от « 22 » 03 2022 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 23 » 03.
2022 г., протокол № 7.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 30 » 03 2022 г.

Нач. УМУ  Гасангаджиева А.Г.

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины
4. Объем, структура и содержание дисциплины
5. Образовательные технологии
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины
 - 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
 - 7.2. Типовые контрольные задания
 - 7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «**Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники**» входит в базовую часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 – Электроника и наноэлектроника. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой инженерной физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с актуальными проблемами современной электроники и наноэлектроники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:
общепрофессиональных: ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: индивидуальное собеседование, тестирование, письменные контрольные задания и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий 108

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
	Лекц ии	Лаборат орные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации				
3	108	36	12		24			72	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» является формирование представлений об основных направлениях, тенденциях, перспективах и проблемах развития современной электроники и нанoeлектроники; формирование навыков оценки новизны исследований и разработок, освоения новых методологических подходов к решению профессиональных задач в области электроники и нанoeлектроники; формирование представления о состоянии и перспективах развития электронной промышленности, видах нанотехнологий и перспективах производства нано-электронных изделий.

Задачами дисциплины является изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной электроники и нанoeлектроники.

В результате изучения курса магистры должны понимать современные тенденции в совершенствовании современной электроники и нанoeлектроники; быть готовыми к самостоятельному освоению и грамотному использованию результатов новых экспериментальных и теоретических исследований в области материалов и структур, к самостоятельному выбору методов и объектов исследования.

Основные разделы программы курса: вводная часть, технологические и физические пределы; основные современные технологии в нанoeлектронике; высокотемпературная полупроводниковая электроника; полупроводниковые приборы, использующие эффект размерного квантования; микроволновые и оптоэлектронные системы телекоммуникаций; проблемы современной электроники больших мощностей; нанотехнологии, нанoeлектроника, наноинженерия; высокотемпературная сверхпроводимость; микроволновые технологические и энергетические системы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» в структуре ОПОП ВО находится в цикле профессиональных дисциплин (базовая часть). Для освоения дисциплины требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

- Физика полупроводников и диэлектриков
- Физические основы электроники
- Физические основы нанoeлектроники
- Новые направления физического материаловедения
- Материалы электронной техники

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.

Дисциплина «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» является основной для изучения дисциплин: «Элементная база современной микро и нанoeлектроники», «Современные методы диагностики материалов электронной техники», «Физические основы полупроводниковых наноструктур».

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

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
<p>ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора</p>	<p>ОПК-1.1. Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • современные тенденции развития материаловедения твердотельной электроники и нанoeлектроники; • тенденции и перспективы развития элементной базы электроники и нанoeлектроники, в том числе полупроводниковых наноструктур; • современные технологические процессы электронных и нанoeлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств; • основные подходы к описанию физических процессов в структурах, как на классическом, так и на квантовом уровне; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и нанoeлектроники; • анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения; • самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физики полупроводников и диэлектриков, физики систем пониженной размерности; • выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • основами теоретических знаний для решения практических задач как в области физики полупроводников и диэлектриков, так и на междисциплинарных границах физики микро- и нанoeлектроники; • методами количественного

		<p>формулирования и решения практических задач по физике полупроводников и диэлектриков.</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем; • методами научного анализа проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора.
<p>ОПК-1</p>	<p>ОПК-1.2. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области электроники и нанoeлектроники; • новые методологические подходы к решению задач в области электроники и нанoeлектроники; • современные тенденции развития электроники и нанoeлектроники, материаловедения, твердотельной электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий; • современные технологические процессы электронных и нанoeлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности • создавать и анализировать теоретические модели физических процессов и явлений в структурах электроники и нанoeлектроники; • анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения; • самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами современной электроники и нанoeлектроники; • предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и нанoeлектроники.

		<p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области электроники и наноэлектроники; • основами теоретических знаний для решения теоретических и практических задач микро- и наноэлектроники; • методологией теоретических и экспериментальных исследований в области электроники и наноэлектроники; • методами работы с современными образовательными и информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности.
ОПК-1	ОПК-1.3. Проводит качественный и количественный анализ выбранного методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы в области современной электроники и наноэлектроники; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • выбирать методы решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата; • анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Выбирает или самостоятельно формулирует тему исследования, составляет программу исследования	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • актуальные проблемы, основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития современной электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники; • принципы составления программы исследований по выбранной теме в области изучения материалов и компонентов электроники и наноэлектроники; <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно выбирать и формулировать конкретные задачи исследований материалов и структур

		<p>электроники и нанoeлектроники;</p> <ul style="list-style-type: none"> рассматривать возможные варианты реализации исследований материалов и структур электроники и нанoeлектроники, оценивая их достоинства и недостатки. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> навыками выбирать и формулировать конкретные задачи исследований материалов и структур электроники и нанoeлектроники; проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода навыками планировать исследования по заданной методике для эффективного решения поставленной задачи.
ОПК-2	ОПК-2.2. Самостоятельно выбирает методы исследования, разрабатывает и проводит исследования	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> современные инновационные методики исследований, в том числе с использованием проблемно-ориентированных прикладных программных средств; основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> выбирать эффективные методы исследований и разработок, новые методологические подходы к решению поставленных задач самостоятельно разрабатывать и проводить исследования материалов и структур электроники нанoeлектроники. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> опытом выявления сути материаловедческих проблем твердотельной электроники; навыками самостоятельно выбирать методы исследования, разрабатывать и проводить исследования
ОПК-2	ОПК-2.3. Анализирует, интерпретирует, оценивает, представляет и защищает результаты выполненного	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> основные приемы обработки и представления результатов выполненного исследования требования к оформлению результатов выполненной работы; пакеты программ по графическому

	<p>исследования с обоснованными выводами и рекомендациями</p>	<p>представлению результатов выполненной работы.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать основные приемы обработки, анализа и представления результатов исследований; • формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по выполненной работе • оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы; • аргументированно защищать результаты выполненной работы; • по результатам исследований материалов формулировать рекомендации по совершенствованию устройств и систем электроники и нанoeлектроники. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • опытом выявления сути материаловедческих проблем твердотельной электроники, конкретизации целей и задач исследований объектов навыками обработки, анализа и интерпретации полученных данных с использованием современных информационных технологий • навыками формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по исследовательской работе, оформлять, представлять и докладывать результаты исследований; • навыками представления итогов работы в виде научных публикаций, тезисов докладов, оформления заявок на изобретения и др.; • опытом использования результатов исследований для оформления научных проектов, грантов, участия в различных молодежных конкурсах; • опытом внедрения результатов исследований на практике.
<p>ОПК-3. Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые</p>	<p>ОПК-3.1. Демонстрирует умения получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации о новых материалах и технологиях твердотельной электроники и нанoeлектроники из различных источников и баз данных в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и

идеи и подходы к решению инженерных задач.	контексте	сетевых технологий <i>Умеет:</i> <ul style="list-style-type: none"> использовать информационные источники для получения новых знаний о свойствах и области применения материалов и структур электроники и наноэлектроники, тенденциях и перспективах развития технологии наноэлектроники. <i>Владеет:</i> <ul style="list-style-type: none"> навыками использовать современные информационные технологии для приобретения новых знаний о тенденциях, проблемах и перспективах развития технологии микро- и наноэлектроники.
ОПК-3	ОПК-3.2. Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием современных информационных технологий	<i>Знает:</i> <ul style="list-style-type: none"> возможности поиска, управления, обработки и обмена информацией при выработке новых идей и подходов для решения инженерных задач по материалам и технологиям электроники и наноэлектроника. <i>Умеет:</i> <ul style="list-style-type: none"> использовать современные информационные технологии в целях формирования новых идеи и подходов по применению новых материалов и технологий в решении инженерных задач электроники и наноэлектроники. <i>Владеет:</i> <ul style="list-style-type: none"> навыками предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием современных информационных технологий по применению новых материалов и технологий в решении инженерных задач электроники и наноэлектроники.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Самостоятельная	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма
-------	---------------------------	---------	--------	--	-----------------	---

				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		промежуточной аттестации (по семестрам)
Модуль 1.									
1	Введение. Квантовые основы наноинженерии. Тенденции развития микро- и нанoeлектроники.	3		3	3			12	(ДЗ), (С), (КСР)
2	Технология создания наноматериалов и наноструктур. Современные проблемы технологии нанoeлектроники.			3	3			12	(ДЗ), (С), (КСР)
Итого по модулю 1:				6	6			24	
Модуль 2.									
3	Перспективы и проблемы полупроводниковой нанoeлектроники.			3	3			12	(ДЗ), (С), (КСР)
4	Квантовая нанотехнология. Проблемы и перспективы.			3	3			12	(ДЗ), (С), (КСР)
Итого по модулю 2:				6	6			24	
Модуль 3									
5	Проблемы одноэлектроники.				6			12	(ДЗ), (С), (КСР)
6	Технологические аспекты разработки нано- и микроэлектромеханических систем.				6			12	(ДЗ), (С), (КСР)
Итого по модулю 3:					12			24	
ИТОГО: 108				12	24			36	

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

Модуль 1

Тема 1. Введение. Квантовые основы наноинженерии. Тенденции развития микро- и нанoeлектроники

Введение. Достижения и перспективы нанoeлектроники. Закон Мура. Перспективы развития модульных систем. Нанотехнологии будущих электронных систем. Эффект размерного квантования.

Тема 2. Технология создания наноматериалов и наноструктур и методы их диагностики. Современные проблемы технологии нанoeлектроники.

Основы кремниевой технологии. Планарная технология. Пленочная и гибридная технология. Полупроводниковая технология. Переход к кремниевой нанотехнологии. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Технология создания квантовых точек и нитей. Основные технологические методы создания углеродных наноматериалов. Создание интегральных устройств методами литографии. Литография высокого разрешения. Методы диагностики нанобъектов. Методы зондового сканирования.

Тема 3. Перспективы и проблемы полупроводниковой нанoeлектроники.

Приборы на основе полупроводниковых наноструктур. Перспективы и проблемы полупроводниковой нанoeлектроники.

Модуль 2

Тема 4. Квантовая нанотехнология: проблемы и перспективы.

Общие сведения. Разработки в области квантовых компьютеров. Разработки в области квантовой криптографии. Молекулярная электроника – проблемы и перспективы. Молекулярная нанотехнология. Введение в молекулярную технологию. Оценки ожидаемых параметров молекулярных наномеханических устройств. Стратегии реализации молекулярной нанотехнологии. Молекулярный транзистор.

Тема 5. Проблемы одноэлектроники.

Теоретические основы одноэлектроники. Квантовые точки. Одноэлектроника. Эффект одноэлектронного туннелирования. Одноэлектронные приборы и их применения. Спинтронные приборы.

Тема 6. Технологические аспекты разработки нано- и микроэлектромеханических систем.

Интеллектуальные нанотехнологические комплексы на базе сканирующей зондовой техники. Технологии самоорганизации и самосборки. Технология получения рисунка на базе сканирующей зондовой микроскопии.

4.3.1. Содержание лекционных занятий

модуль	Содержание темы
1.	<p>Лекция 1. Введение. Квантовые основы наноинженерии. Тенденции развития микро- и нанoeлектроники</p> <p>Достижения и перспективы нанoeлектроники. Закон Мура. Перспективы развития модульных систем. Нанотехнологии будущих электронных систем.</p> <p>Лекция 2. Квантовая нанотехнология: проблемы и перспективы.</p> <p>Общие сведения. Разработки в области квантовых компьютеров. Разработки в области квантовой криптографии. Молекулярная электроника – проблемы и перспективы.</p>

--	--

4.3.2. Темы семинарских и практических занятий

модуль	Содержание темы
1.	<p>Занятие 1. Технологии создания наноматериалов и наноструктур. Технология создания квантовых точек и нитей. Основные технологические методы создания углеродных наноматериалов. Создание интегральных устройств методами литографии. Литография высокого разрешения.</p> <p>Занятие 2. Современные проблемы технологии нанoeлектроники. Технологические возможности перспективных методов создания нанобъектов и наносистем.</p> <p>Занятие 3. Диагностика и методы исследования нанобъектов и наносистем. Методы зондового сканирования. Оптические и нелинейно-оптические методы исследования и диагностики. Использование электронных пучков для диагностики и микроанализа.</p> <p>Занятие 4. Диагностика и методы исследования нанобъектов и наносистем. Использование электронных пучков для диагностики и микроанализа.</p> <p>Занятие 5. Актуальные проблемы физики и технологии приборов на основе полупроводниковых наноструктур.</p>
2.	<p>Физика наноустройств. Устройства оптоэлектроники и нанoeлектроники. Светодиоды и лазеры на двойных гетероструктурах. Фотоприемники на квантовых ямах. Лавинные фотодиоды на системе квантовых ям.</p> <p>Занятие 6. Актуальные проблемы физики и технологии приборов на основе полупроводниковых наноструктур.</p> <p><i>Фотонные кристаллы:</i> основные физические явления - отсутствие пропускания (полное отражение) света в определенном диапазоне частот, резонансные фотонные состояния. Проблемы выполнения фотонных кристаллов.</p> <p>Занятие 7. Двумерные многослойные структуры из пленок нанометровой толщины. Искусственные одномерные кристаллы из пленок нанометровой толщины. Применение многослойных зеркал в технологиях</p>

3.	<p>микроэлектроники.</p> <p>Занятие 8. Магнитные наноструктуры. Открытие эффекта гигантского магнитосопротивления. Туннелирования магнитного момента в сверхмалых ферромагнитных частицах. Искусственные кристаллы, содержащие магнитные кластеры Mn_{12} и Fe_3.</p> <p>Занятие 9. Квантовая нанотехнология: проблемы и перспективы. Общие сведения. Разработки в области квантовых компьютеров. Разработки в области квантовой криптографии.</p> <p>Занятие 10. Молекулярная электроника – проблемы и перспективы. Молекулярная нанотехнология. Введение в молекулярную технологию. Оценки ожидаемых параметров молекулярных наномеханических устройств. Стратегии реализации молекулярной нанотехнологии. Молекулярный транзистор.</p> <p>Занятие 11. Проблемы одноэлектроники. Теоретические основы одноэлектроники. Квантовые точки. Одноэлектроника. Эффект одноэлектронного туннелирования. Одноэлектронные приборы и их применения.</p> <p>Занятие 12. Технологические аспекты разработки нано- и микроэлектромеханических систем. Интеллектуальные нанотехнологические комплексы на базе сканирующей зондовой техники. Технологии самоорганизации и самосборки. Технология получения рисунка на базе сканирующей зондовой микроскопии.</p>
----	--

4.3.3. Темы самостоятельных работ.

- Технологии создания наноматериалов и наноструктур.
- Современные проблемы технологии нанoeлектроники.
- Основы кремниевой технологии. Планарная технология. Пленочная и гибридная технология. Полупроводниковая технология. Переход к кремниевой нанотехнологии.
- Технология тонких пленок и многослойных структур. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Технология создания квантовых точек и нитей.
- Основные технологические методы создания углеродных наноматериалов. Создание интегральных устройств методами литографии. Литография высокого разрешения.
- Перспективы и проблемы полупроводниковой нанoeлектроники.
- Проблемы нанoeлектроники (одноэлектроники).
- Методы диагностики наноматериалов и наноструктур.
- Низкоразмерные кремниевые среды.
- Нанoeлектронные приборы на основе квантово-размерных структур.
- Базовые логические элементы квантовых компьютеров.
- Технологические аспекты разработки нано- и микроэлектромеханических систем.

- Полевые транзисторы на гетеро-структурах с селективным легированием. Горячие носители заряда в гетеро структурах с селективным легированием. Резонансно-туннельные приборы. Полупроводниковые фотоприборы. Полупроводниковые инжекционные лазеры и светодиоды.
- Разработка элементной базы нано- и микроэлектромеханики.
- Важнейшие области применения.

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 выбирают 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 соответствие 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 «Физика конденсированного состояния» 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.

*Методика проведения практических занятий способствует выполнению расчетов, решению задач по наноэлектронике, умению пользования нормативной и справочной литературой. Закрепление знаний путем решения разного рода учебно-практических задач осуществляется с применением системы компьютерной математики *MathCad* и *Origin Graph*, предоставляющей высокую степень визуализации всего процесса вычислений, его наглядность, а также минимальные сроки выполнения расчетов.*

Применяемые электронные средства обучения способствуют увеличению объема выполнения рабочего задания по сравнению с традиционными практическими занятиями.

Обучающие и контролирующие 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.

Самостоятельная работа магистров имеет целью подготовку к семинарским и практическим занятиям по отдельным разделам дисциплины, а также к выполнению лабораторных работ по предмету. Разделы дисциплины для самостоятельной работы приведены в п.п. 4.3.3. и 4.3.4.

В течение семестра магистры самостоятельно готовятся по отдельным разделам дисциплины, представляют рефераты и презентации, обсуждают выбранные темы на практических занятиях.

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

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-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1. Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира ОПК-1.2. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности ОПК-1.3. Проводит	<i>Знает:</i> <ul style="list-style-type: none"> • современные тенденции развития материаловедения твердотельной электроники и наноэлектроники; • тенденции и перспективы развития элементной базы электроники и наноэлектроники, в том числе полупроводниковых наноструктур; • современные технологические процессы электронных и наноэлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств; • основные подходы к описанию физических процессов в структурах, как на классическом, так и на квантовом уровне; • основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области электроники и наноэлектроники; • новые методологические подходы к решению задач в области электроники и наноэлектроники; • современные тенденции развития 	Устный опрос, письменный опрос, выступление на семинарах, презентации и докладов.

	<p>качественный и количественный анализ выбранного методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы</p>	<p>электроники и нанoeлектроники, материаловедения, твердотельной электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий;</p> <ul style="list-style-type: none"> • современные технологические процессы электронных и нанoeлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и нанoeлектроники; • анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения; • самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физики полупроводников и диэлектриков, физики систем пониженной размерности; • выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта; • самостоятельно выбирать и формулировать конкретные задачи исследований материалов и структур электроники и нанoeлектроники; • рассматривать возможные варианты реализации исследований материалов и структур электроники и нанoeлектроники, оценивая их достоинства и недостатки; • выбирать методы решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при 	
--	---	--	--

		<p>необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата;</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • основами теоретических знаний для решения практических задач как в области физики полупроводников и диэлектриков, так и на междисциплинарных границах физики микро- и наноэлектроники; • методами количественного формулирования и решения практических задач по физике полупроводников и диэлектриков. • навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем; • методами научного анализа проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора; • навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области электроники и наноэлектроники; • основами теоретических знаний для решения теоретических и практических задач микро- и наноэлектроники; • методологией теоретических и экспериментальных исследований в области электроники и наноэлектроники; • методами работы с современными образовательными и информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности. 	
<p>ОПК-2 Способен применять</p>	<p>ОПК-2.1. Выбирает или самостоятельно</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • актуальные проблемы, основные задачи, направления, тенденции и 	<p>Устный опрос, письменны</p>

<p>современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы</p>	<p>формулирует тему исследования, составляет программу исследования</p> <p>ОПК-2.2. Самостоятельно выбирает методы исследования, разрабатывает и проводит исследования</p> <p>ОПК-2.3. Анализирует, интерпретирует, оценивает, представляет и защищает результаты выполненного исследования с обоснованными выводами и рекомендациями</p>	<p>перспективы развития современной электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники;</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы составления программы исследований по выбранной теме в области изучения материалов и компонентов электроники и наноэлектроники; • современные инновационные методики исследований, в том числе с использованием проблемно-ориентированных прикладных программных средств; • основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы • основные приемы обработки и представления результатов выполненного исследования • требования к оформлению результатов выполненной работы; • пакеты программ по графическому представлению результатов выполненной работы. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно выбирать и формулировать конкретные задачи исследований материалов и структур электроники и наноэлектроники; • рассматривать возможные варианты реализации исследований материалов и структур электроники и наноэлектроники, оценивая их достоинства и недостатки; • выбирать эффективные методы исследований и разработок, новые методологические подходы к решению поставленных задач • самостоятельно разрабатывать и проводить исследования материалов и структур электроники наноэлектроники; • использовать основные приемы обработки, анализа и представления результатов исследований; 	<p>ый опрос, выступление на семинарах, презентации и докладов.</p>
---	---	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> • формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по выполненной работе • оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы; • аргументированно защищать результаты выполненной работы. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками выбирать и формулировать конкретные задачи исследований материалов и структур электроники и нанoeлектроники; • проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода • навыками планировать исследования по заданной методике для эффективного решения поставленной задачи; • опытом выявления сути материаловедческих проблем твердотельной электроники; • навыками самостоятельно выбирать методы исследования, разрабатывать и проводить исследования • опытом выявления сути материаловедческих проблем твердотельной электроники, конкретизации целей и задач исследований объектов навыками обработки, анализа и интерпретации полученных данных с использованием современных информационных технологий • навыками формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по исследовательской работе, оформлять, представлять и докладывать результаты исследований; • навыками представления итогов работы в виде научных публикаций, тезисов докладов, оформления заявок на 	
--	--	--	--

		<p>изобретения и др.;</p> <ul style="list-style-type: none"> • опытом использования результатов исследований для оформления научных проектов, грантов, участия в различных молодежных конкурсах; • опытом внедрения результатов исследований на практике. 	
<p>ОПК-3. Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.</p>	<p>ОПК-3.1. Демонстрирует умения получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте</p> <p>ОПК-3.2. Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием современных информационных технологий</p>	<p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации о новых материалах и технологиях твердотельной электроники и нанoeлектроники из различных источников и баз данных в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; • возможности поиска, управления, обработки и обмена информацией при выработке новых идей и подходов для решения инженерных задач по материалам и технологиям электроники и нанoeлектроника. <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать информационные источники для получения новых знаний о свойствах и области применения материалов и структур электроники и нанoeлектроники, тенденциях и перспективах развития технологии нанoeлектроники; • использовать современные информационные технологии в целях формирования новых идей и подходов по применению новых материалов и технологий в решении инженерных задач электроники и нанoeлектроники. <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками использовать современные информационные технологии для приобретения новых знаний о тенденциях, проблемах и перспективах развития технологии микро- и 	<p>Круглый стол Устный опрос, письменный опрос, выступление на семинарах, презентация и докладов.</p>

		<p>наноэлектроники</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием современных информационных технологий по применению новых материалов и технологий в решении инженерных задач электроники и наноэлектроники. 	
--	--	---	--

7.2. Типовые контрольные задания

Вопросы для самоподготовки к зачету

- Виды полупроводниковых наноструктур, их основные свойства.
- Перспективные технологии создания наноструктур.
- Методы диагностики наноматериалов и наноструктур.
- Транспортные явления.
- Туннелирование через квантово-размерные структуры.
- Технологии создания наноматериалов и наноструктур.
- Современные проблемы технологии наноэлектроники.
- Перспективы и проблемы полупроводниковой наноэлектроники.
- Проблемы наноэлектроники (одноэлектроники).
- Методы диагностики наноматериалов и наноструктур.
- Низкоразмерные кремниевые среды.
- Наноэлектронные приборы на основе квантово-размерных структур.
- Базовые логические элементы квантовых компьютеров.
- Проблемы современно наноэлектроники.

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 - 15 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 25 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 20 баллов.

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

Основная

1. Раскин А.А., Прокофьева В. К. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 163с (15 экз.)

2. Лозовский В. Н., Константинова Г. С. Нанотехнология в электронике: Введение в специальность - [2-е изд., испр.]. - СПб. : Лань, 2008. – 327 (40 экз.)
3. Наноэлектроника. Элементы. Приборы. Устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Г. Шишкин, И. М. Агеев. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - 408 с. <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-9963-2652-5>

Дополнительная

4. Наноматериаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по техническим специальностям / П. А. Витязь. - Минск: Высшая школа, 2015. - 511 с <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-985-06-2356-0>
5. Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники. [Электронный ресурс] : учебное пособие / Пашенко А.С. - Новочеркасск. ЮРГПУ им. М.И.Платонова. 2016. 60 с. ifio.npi-tu.ru...problemyi-sovremennoj-elektroniki...
6. Физические основы технологий микро- и наноэлектроники: учебник / Д.А.Зацепин, С.О.Чолах. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 236 с. [Электронный ресурс] : учебное пособие / lektsii.org/7-16420.html

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

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru.
3. Электронной библиотека на <http://elibrary.ru>.
4. 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>.
5. 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/>
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru>.
7. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
8. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
9. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского госуниверситета.
10. **Springer.** <http://link.springer.com>, <http://materials.springer.com/>
11. **Scopus:** <https://www.scopus.com>
12. **Web of Science:** webofknowledge.com

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.

<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Организация деятельности студента</i>
<i>Лекция</i>	<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 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 зачету</i>	<i>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.</i>

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.

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

Материально – техническая база кафедры экспериментальной 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 НИИ «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.