



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
11.04.04- Электроника и наноэлектроника

Профиль подготовки:
Физика полупроводников и диэлектриков

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
Базовая

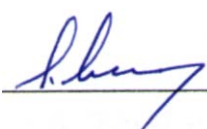
Махачкала 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04- Электроника и нанoeлектроника, профиль подготовки: физика полупроводников и диэлектриков (уровень: магистратуры) – Приказ Минобрнауки России от 30.10.2014 № 1407.

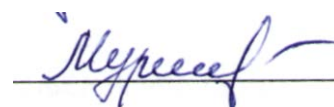
Разработчик (и): кафедра инженерной физики, Садыков С.А., д.ф.-м.н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры инженерной физики от «25» июня 2018г., протокол №1а

И.о.зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 29 » сентября 2018г., протокол № 1.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

____ 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:

- **общекультурных:** способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-4));
- **общепрофессиональных:** способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);
- **профессиональных:** готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-1).

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 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
10	72	34	10		24			38	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, исторический экскурс, 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 ООП магистратуры

Дисциплина «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» в структуре ООП 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
- Физика конденсированного состояния
- Физические основы электроники
- 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)
ОК-4	способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	Знает: - основы организации научно-исследовательских, опытно-конструкторских и научно-педагогических работ в профессиональной сфере деятельности Умеет: - принимать эффективные управленческие решения в условиях неопределенности, экстремальных ситуаций, острой конкурентной борьбы, дефицита ресурсов, неплатежеспособности предприятий Владеет: методикой идентифицировать риски
ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Знает: - основные понятия технологичности процессов изготовления изделий электронной техники - современные тенденции развития электроники и нанoeлектроники, информационных технологий; - современные технологические процессы электронных и нанoeлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств; Умеет: - адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; - предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и нанoeлектроники; - самостоятельно осваивать новые методы исследования, изменять научные и научно-производственный профиль своей профессиональной деятельности; Владеет: - методами работы с современными образовательными и информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности; - методологией теоретических и экспериментальных исследований систем пони-

		женной размерности;
ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Знает: • основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники; • методы анализа и обработки экспериментальных данных; • современные технологические процессы электронных и нанoeлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств; Умеет: • использовать информационные источники для получения новых знаний о свойствах и области применения материалов и структур в электронике и нанoeлектронике; • уметь формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники; • оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований наноматериалов и наноструктур; • предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и нанoeлектроники, формулировать цели и задачи научных исследований; • применять методы планирования, организации и проведения научных исследований, • анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; • выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач Владеет: • современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях электроники, микро- и нанoeлектроники; • навыками формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития

		электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники; • способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач; • опытом выявления сути материаловедческих проблем твердотельной электроники и нанoeлектроники, конкретизации целей и задач исследований объектов; • навыками авторского сопровождения
--	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

1.2. Структура дисциплины.										
№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятель- ную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успевае- мости (по неделям семестра) Форма промежу- точной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лаборатор- ные занятия	Контроль самост. раб.			
	Модуль 1.									
1	Введение. Кванто- вые основы наноин- женерии	10		2	6			8	(ДЗ), (С), (КСР)	
2	Технология созда- ния наноматериалов и наноструктур и методы их диагно- стики.			2	6			10	(ДЗ), (С), (КСР)	
	Итого по модулю 1:			5	12			18		
	Модуль 2									
3	Приборы на их ос- нове полупроводни- ковых наноструктур			2	4			8	(ДЗ), (С), (КСР)	
4	Проблемы одно- электроники.			2	4			6	(ДЗ), (С), (КСР)	
5	Нанобиоэлектрони- ка			2	4			6	(ДЗ), (С), (КСР)	
	Итого по модулю 2:			6	12			20		
	ИТОГО: 72			10	24			38		

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

Модуль 1

Тема 1. Введение. Введение. Квантовые основы нанотехнологий

Введение. Достижения и перспективы нанотехнологий. Эффект размерного квантования. Квантовое ограничение. Интерференционные эффекты. Транспортные явления. Туннелирование через квантово-размерные структуры.

Тема 2. Технология создания наноматериалов и наноструктур и методы их диагностики.

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.

Модуль 2

Тема 3. Приборы на их основе полупроводниковых наноструктур.

Перспективы и проблемы полупроводниковой нанотехнологии. Резонансно-туннельные приборы. Одноэлектронные приборы. Спинтронные приборы. Полупроводниковые фотоприборы. Полупроводниковые инжекционные лазеры и светодиоды. Базовые логические элементы квантовых компьютеров.

Тема 4. Проблемы одноэлектроники.

Теоретические основы одноэлектроники. Эффект одноэлектронного туннелирования. Одноэлектронные приборы и их применения.

Тема 5. Нанобиотехнология

Состояние и перспективы развития нанобиотехнологии. Молекулярная электроника – проблемы и перспективы. Приборы на основе биотехнологии.

4.3.1. Содержание лекционных занятий

модуль	Содержание темы
1.	Тема 1. Введение. Квантовые основы нанотехнологий Плотность квантовых состояний в системах пониженной размерности. Сверхрешетки. Интерференционные эффекты. Транспортные явления. Баллистический транспорт в полупроводниках и субмикронных приборах. Особенности электрон-фононного взаимодействия в системах пониженной размерности. Туннелирование через двухбарьерную структуру с квантовой ямой. Тема 2. Технология создания наноматериалов и наноструктур и методы их диагностики. Технология тонких пленок и многослойных структур. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Основные технологические методы создания углеродных наноматериалов. Методы диагностики нанобъектов. Методы зондового сканирования. Методы исследования структур с квантовыми точками. Тема 3. Приборы на их основе полупроводниковых наноструктур. Элементы и приборы нанотехнологии. Полевые транзисторы на гетеро структурах с селективным легированием. Горячие носители заряда в гетеро

	структурах с селективным легированием. Резонансно-туннельные приборы. Одноэлектронные приборы. Спинтронные приборы. Полупроводниковые фотоприборы. Полупроводниковые инжекционные лазеры и светодиоды. Тема 4. Проблемы одноэлектроники. Теоретические основы одноэлектроники. Квантовые точки. Одноэлектроника. Эффект одноэлектронного туннелирования. Одноэлектронные приборы и их применения. Тема 5. Нанобиоэлектроника Состояние и перспективы развития нанобиоэлектроники. Молекулярная электроника – проблемы и перспективы. Приборы на основе биоэлектроники.
--	---

4.3.2. Темы семинарских и практических занятий

- Плотность квантовых состояний в системах пониженной размерности.
- Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности.
- Особенности фононного спектра в системах пониженной размерности.
- Транспортные явления.
- Туннелирование через квантово-размерные структуры.
- Технологии создания наноматериалов и наноструктур.
- Современные проблемы технологии одноэлектроники.
- Перспективы и проблемы полупроводниковой одноэлектроники.
- Проблемы одноэлектроники (одноэлектроники).
- Методы диагностики наноматериалов и наноструктур.
- Низкоразмерные кремниевые среды.
- Одноэлектронные приборы на основе квантово-размерных структур.
- Базовые логические элементы квантовых компьютеров.
- Нанобиоэлектроника.

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 компетентного 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, целенаправ-

ленный 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 «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.

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
ОК-4	способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	Знает: • основы организации научно-исследовательских, опытно-конструкторских и научно-педагогических работ в профессиональной сфере деятельности Умеет: • принимать эффективные управленческие	Устный опрос, письменный опрос

		решения в условиях неопределенности, экстремальных ситуаций, острой конкурентной борьбы, дефицита ресурсов, неплатежеспособности предприятий Владеет: методикой идентифицировать риски	
ОПК-1	способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Знает: • основные понятия технологичности процессов изготовления изделий электронной техники • современные тенденции развития электроники и нанoeлектроники, информационных технологий; • современные технологические процессы электронных и нанoeлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств; Умеет: • адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; • предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и нанoeлектроники; • самостоятельно осваивать новые методы исследования, изменять научные и научно-производственный профиль своей профес-	Устный опрос, письменный опрос, презентации

		сиональной деятельности; Владеет: • методами работы с современными образовательными и информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности; • методологией теоретических и экспериментальных исследований систем пониженной размерности;	
ПК-1	готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Знает: • основные направления и тенденции развития современной микро- и нанoeлектроники; • материаловедческие проблемы электроники и нанoeлектроники; • современные диэлектрические материалы, перспективы их применения в связи с развитием многоуровневой твердотельной электроники; • технологические возможности перспективных методов получения структур на основе полупроводников и диэлектриков; Умеет: • использовать информационные источники для получения новых знаний о свойствах и области применения полупроводников и диэлектриков в электронике и нанoeлектронике; • формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электро-	Круглый стол Устный опрос, письменный опрос, презентации

		ники и наноэлектроники; • выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач; • формировать план исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретных исследований. <i>Владеет:</i> • опытом выявления сути материаловедческих проблем твердотельной электроники, конкретизации целей и задач исследований объектов; • методами экспериментальных исследований свойств полупроводников и диэлектриков на современном инновационном оборудовании; • навыками анализа и обработки результатов исследований на основе теоретических представлений в области физики полупроводников и диэлектриков;	
--	--	---	--

7.2. Типовые контрольные задания

Вопросы для самоподготовки к зачету

- Виды полупроводниковых наноструктур, их основные свойства.
- Прохождение электронов через резонансно-туннельные наноструктуры. Коэффициент прохождения.
- Энергетический спектр резонансно-туннельных наноструктур.
- Плотность квантовых состояний в 2D-структурах.
- Плотность квантовых состояний в 1D-структурах.
- Плотность квантовых состояний в нульмерных структурах.
- Классификация полупроводниковых сверхрешеток.
- Интерференционные эффекты.
- Транспортные явления. Баллистический транспорт в полупроводниках и субмикронных приборах.
- Особенности электрон-фононного взаимодействия в системах пониженной размерности.
- Туннелированные через двухбарьерную структуру с квантовой ямой.

- Перспективные технологии создания наноструктур.
- Методы диагностики наноматериалов и наноструктур.
- Транспортные явления.
- Туннелирование через квантово-размерные структуры.
- Технологии создания наноматериалов и наноструктур.
- Современные проблемы технологии анноэлектроники.
- 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 нанобиоэлектроники.

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...](http://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](http://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 государственного университета.
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.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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 рекомендуемых источниках.

	<i>мой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.</i>
Практические занятия	<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>
Реферат	<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>
Подготовка к зачету	<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 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.