



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Кафедра экспериментальной физики

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 2017

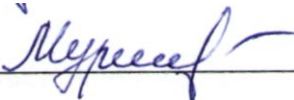
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04- Электроника и наноэлектроника, профиль подготовки: физика полупроводников и диэлектриков (уровень: магистратуры) – Приказ Минобрнауки России от 30.10.2014 № 1407.

Разработчик: кафедра экспериментальной физики,
Нурмагомедов Шамиль Абдулаевич, к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры экспериментальной физики от «31» марта 2017г., протокол № 8

Зав. кафедрой —  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета
от « 31» марта 2017г., протокол № 7.

Председатель —  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«3» апреля 2017г.  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «**Методы физических измерений**» входит в базовую часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 – Электроника и наноэлектроника. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой экспериментальной физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современными достижениями измерительной техники и методов измерений, а также с методами достижения высшей точности и достоверности результатов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

общекультурных: способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-2);

общепрофессиональных: способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1); готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы (ОПК-5);

профессиональных: готовностью 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);

способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-4);

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, лабораторные 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 экзамена.

Объем дисциплины 6 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма проме- жуточной атте- стации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
9	108	10		16	26		58	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Методы физических измерений» является изучение студентами основ физических измерений, методов оценок погрешностей результатов измерения и приобретение навыков в использовании различных средств измерений.

Задачи дисциплины.

Основными задачами дисциплины являются:

- научить студентов современным методам достижения достоверности и точности различных видов измерений;
- изучить приемы и навыки выбора методики и измерения конкретных масштабов физических величин с минимально возможными погрешностями;
- усвоить основные физические закономерности, наиболее часто привлекаемые для решения задач экспериментального физического исследования требуемой точности.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

При изучении дисциплины «Методы физических измерений» обучающийся студент получает знания о терминах, определениях, понятиях физических основ измерений; изучает методы теории подобия и размерностей, условие достижения достоверности и точности результатов измерений, элементы современной физической картины мира. Кроме того, студенты знакомятся с фундаментальными пределами достижимой точности измерений, осваивают физические принципы создания современной эталонной базы. По изучению курса они смогут грамотно планировать проведение экспериментов при наличии косвенных измерений самых разнообразных физических величин.

Знание студентами теоретических положений и получение практических навыков в области физических основ измерений позволяет студентам университета данной специализации быстро включиться в производственную деятельность по проведению разнообразных экспериментов и решать практические задачи.

Учебная дисциплина «Методы физических измерений» в структуре ООП ВПО находится в цикле профессиональных дисциплин (вариативная часть). Изучение дисциплины " Методы физических измерений" использует материал дисциплин: "Высшая математика", "Физика", "Информатика", «Математическая статистика» и является базовой для изучения таких дисциплин как " Метрология", "Стандартизация", "Сертификация", "Общая электротехника и электроника".

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-2	способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследова-	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • базовые понятия, используемые в экспериментальных исследованиях; • современные методы научно-

	<p>тельских и проектных работ, в управлении коллективом</p>	<p>исследовательской работы;</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы работы современного инновационного оборудования, используемого при выполнении физического практикума <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • организовать научно-исследовательские и научно-производственные работы, проявлять навыки в управлении исследовательским коллективом; • использовать в научных исследованиях информационные справочники и поисковые системы; • формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности; • выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы исходя из задач конкретного исследования <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основами научно-исследовательской работы, методами (инструментарием) научного анализа и научного проектирования в научных исследованиях; • компьютерной техникой и информационными технологиями в учебном процессе и научных исследованиях;
ОПК-1	<p>способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные подходы к описанию реальных физических процессов, используемых при производстве измерений; • современные тенденции развития материаловедения, твердотельной электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий; • методы вычислительной физики и математического моделирования для описания физических процессов и явлений в полупроводниках и диэлектриках. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выбирать методы и средства решения конкретных задач, использовать для их решения физических измерительных приборов и приемов. • анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения; • самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физики

		<p>полупроводников и диэлектриков, физики систем пониженной размерности;</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основами теоретических знаний для решения практических задач измерений; • методологией теоретических и экспериментальных исследований в области физики полупроводников и диэлектриков; • методами количественного формулирования и решения практических задач по физике полупроводников и диэлектриков.
ОПК-5	<p>готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • требования к оформлению результатов выполненной работы; • методы статистической обработки и определения погрешности измерений физических величин; • пакеты программ по графическому представлению результатов выполненной работы. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • описывать, качественно и количественно объяснять результаты выполненной исследовательской работы по физике полупроводников и диэлектриков; • применять методы моделирования физические процессы в полупроводниках и диэлектриках с использованием методов вычислительной физики; • оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы; • аргументированно защищать результаты выполненной работы <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками оформления полученных данных в виде таблиц, рисунков и т.д. • навыками представления итогов в виде отчетов, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями; • навыками подготовки презентаций по результатам выполненной работы.
ПК-1	<p>готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, спо-</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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;

	<p>способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<ul style="list-style-type: none"> • технологические возможности перспективных методов получения структур на основе полупроводников и диэлектриков; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать информационные источники для получения новых знаний о свойствах и области применения полупроводников и диэлектриков в электронике и наноэлектронике; • формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники 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. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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;
ПК-4	<p>способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия измерительной техники и основные положения статистической обработки измерительной информации; • основы метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации измерительных и информационных технологий; • электрические, оптические и фотоэлектрические свойства полупроводников и диэлектриков; механизмы протекания тока; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять методы и средства измерения и контроля основных физических величин; • оценивать пределы применимости классического подхода, роль и важность квантовых эффектов при описании физи-

		<p>ческих процессов в элементах нанозлектроники;</p> <ul style="list-style-type: none"> оценить метрологические и другие характеристики средств измерений, точность и достоверность результатов измерений и контроля; по результатам теоретических и экспериментальных исследований материалов формулировать рекомендации по совершенствованию устройств и систем электроники и нанозлектроники. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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.
--	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, **108** академических часов.

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.		
Модуль 1.									
1	Физические величины и их измерение.	9		2	2		4	12	(ДЗ), (С), (КСР)
2	Пространственно-временные отношения в природе	9		2	4		6	14	(ДЗ), (С), (КСР)
	Итого по модулю 1:			4	6		10	26	
Модуль 2									
3	Измерение метрических и механических величин	9		2	2		4	10	(ДЗ), (С), (КСР)
4	Измерение электрических и фотоэлектрических величин.	9		2	4		6	12	(ДЗ), (С), (КСР)
5	Рентгеноструктурные измерения параметров твердых тел	9		2	4		6	10	(ДЗ), (С), (КСР)
	Итого по модулю 2:			6	10		16	32	

	ИТОГО:		10	16		26	58	
--	---------------	--	-----------	-----------	--	-----------	-----------	--

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

Модуль 1

Тема 1. Физические величины и их измерение.

Вводная лекция. Предмет “Методы физических измерений”. Методы теории подобия и размерностей. Идея единства объекта и его окружения. Трансдисциплинарная идея пространственно-временных отношений в природе. Элементы современной физической картины мира. Ретроспективный взгляд на формирование естественнонаучных представлений. Особенности описания природы в классической версии естественнонаучной картины мира. Особенности описания природы в неклассической версии естественнонаучной картины мира.

Концепция измерения в классическом естествознании. Классические измерительные системы. Проблема измерения в классическом естествознании. Единицы измерения и системы единиц.

Тема 2. Пространственно-временные отношения в природе

Концепция единого пространства – времени. Временные отношения в природе. Пространственные отношения в природе. Движение частицы. Взаимосвязь пространства и времени. Целостное описание пространства – времени. Концепция моделирования объектов. Традиции атомизма и непрерывности в естествознании. Фундаментальные физические модели объектов. Масса как фундаментальная характеристика инертности и гравитации. Импульс как фундаментальная характеристика объекта. Полная энергия и полный момент как фундаментальные характеристики объекта. Роль фундаментальных законов сохранения в описании природы.

Модуль 2

Тема 3. Измерение метрических и механических величин.

Эллипсометрия. Метод окрашивания шлифа. Микроинтерферометрия в видимой и инфракрасной областях спектра. Контроль рельефа поверхности структур электроники методами сканирующей туннельной микроскопии и атомно-силовой микроскопии.

Тема 4. Измерение электрических и фотоэлектрических величин.

Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковых материалов и структур. Методы измерения концентрации носителей заряда в полупроводниках. Эффект Холла. Вольт-фарадный метод. Измерение распределения концентрации ионизированных примесей в диффузионных, эпитаксиальных и ионно-легированных полупроводниковых слоях. Методы измерения основных параметров глубоких центров в полупроводниках. Электронный парамагнитный резонанс. Оптические методы исследования. Измерение диффузионной длины и времени жизни методом подвижного светового или электронного зонда. Измерение времени жизни методом модуляции проводимости точечным контактом. Методы измерения параметров неравновесных носителей заряда, основанные на процессах релаксации фотопроводимости, люминесценции и ФЭМ-эффекта. Методы измерения поверхностного заряда МДП-структур. Измерение объемного генерационного времени жизни носителей заряда в МДП-структуре.

Тема 5. Рентгеноструктурные измерения параметров твердых тел.

Определение кристаллографической ориентации монокристаллов и тонких монокристаллических пленок. Рентгено-дифракционные методы оценки совершенства кристаллической структуры твердых тел. Рентгеновский фазовый анализ. Рентгено-

флюоресцентный анализ. Рентгено-топографические методы изучения дефектов кристаллической структуры твердых тел. Методы оценки деформаций в твердых телах.

4.3.1. Темы семинарских и практических занятий

1. Основы измерений. Необходимость проведения измерений.
2. Метрические и неметрические системы.
3. Связь пространства и времени в природе. Основные физические величины и их связь друг с другом
4. Масса. Эталон массы. Проблемы измерения массы
5. Длина и время. Эталоны длины и времени.
6. Проблемы измерения малых размеров.
7. Атомно-силовая микроскопия.
8. Зондовые методы измерения электропроводности твердых тел. Их достоинства и недостатки.
9. Методы измерения параметров неравновесных носителей заряда.
10. Методы измерения параметров МДП-структур.
11. Дифракционные методы оценки структуры поверхности монокристаллов.

4.3.2. Темы самостоятельной работы

1. Масса как фундаментальная характеристика инертности и гравитации.
2. Макропараметры как характеристики объектов и их макросостояний в тепловом равновесии. Два способа описания природы.
3. Концепция контролируемого воздействия. Воздействие и взаимодействие. Характеристики контролируемого воздействия на частицу.
4. Концепция измерения в неклассическом естествознании.
5. Измерение абсолютного заряда электрона и его удельного заряда. Опыт Милликена. Инерционный метод измерения заряда.
6. Естественные пределы точности измерений. Броуновское движение. Шумы, обусловленные дискретностью вещества.
7. Шумы и помехи. Дробовый эффект. Шумы Найквиста.
8. Физические принципы создания современной эталонной базы.
9. Явление Зеемана. Явление Джозефсона.
10. Явление Мессбауэра. Другие эффекты квантовой физики
11. Классический и квантовый эффекты Холла.
12. Метод измерения подвижности носителей тока в металлах и полупроводниках, основанный на эффекте Холла.
13. Измерение фазы волновой функции и связанные с ней эффекты. Эффект Ааронова-Бома.
14. Фундаментальный источник погрешностей измерений – самодвижение материи.
15. Использование явления сверхпроводимости.

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 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.

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.

Зачет в конце 9 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, зачета; 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) ООП (тематики докладов, рефератов и т.п.), а также для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ООП (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.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-2 ОПК-4	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • современные методы научно-исследовательской работы; • требования к оформлению результатов выполненной работы; 	Устный опрос

<p>ОПК-1 ПК-1</p> <p>ОПК-1 ПК-5</p>	<ul style="list-style-type: none"> • методы статистической обработки и определения погрешности измерений физических величин; • программы по графическому представлению результатов выполненной работы; <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современные тенденции развития материаловедения, твердотельной электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий; • материаловедческие проблемы электроники и наноэлектроники; • современные диэлектрические материалы, перспективы их применения в связи с развитием многоуровневой твердотельной электроники <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные закономерности формирования свойств полупроводников и диэлектриков с точки зрения зонной теории; • методы вычислительной физики и математического моделирования для описания физических процессов и явлений в полупроводниках и диэлектриках. 	<p>Устный опрос</p> <p>Устный опрос</p>
<p>ОК-2 ОПК-1 ОПК-4</p> <p>ОПК-1 ПК-1 ПК-4</p>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники и наноэлектроники; • выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы исходя из задач конкретного исследования; • выбирать методы и средства решения конкретных задач, использовать для их решения физических измерительных приборов и приемов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения; • применять модели и приближения физики конденсированного состояния ве- 	<p>Устный опрос</p> <p>Устный опрос</p>

	<p>щества для описания основных физических свойств фононных и электронных состояний в полупроводниках и диэлектриках;</p> <ul style="list-style-type: none"> по результатам теоретических и экспериментальных исследований материалов формулировать рекомендации по совершенствованию устройств и систем электроники и наноэлектроники. 	
<p>ОК-2 ОПК-1 ОПК-5</p> <p>ОПК-1 ОПК-5 ПК-1 ПК-4</p>	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> методами экспериментальных исследований свойств полупроводников и диэлектриков на современном инновационном оборудовании; методами (инструментарием) научного анализа и научного проектирования в научных исследованиях; навыками представления итогов работы в виде научных публикаций, тезисов докладов, оформления заявок на изобретения и др.; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> основами теоретических знаний для решения практических задач; опытом выявления сути материаловедческих проблем твердотельной электроники, конкретизации целей и задач исследований объектов; навыками анализа и обработки результатов исследований на основе теоретических представлений физики полупроводников и диэлектриков; опытом внедрения результатов исследований на практике. 	<p>Устный опрос, письменный опрос, выступление на семинарах, мини-конференция.</p> <p>Устный опрос, письменный опрос, выступление на семинарах, мини-конференция.</p>

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Схема оценки уровня формирования компетенции

ОК-2 - способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Пороговый	Представление о современных методах научно-исследовательской работы и принципах работы инновационного оборудования	Знаком с современными методами научно-исследовательской работы и принципами работы инновационного оборудования	Показывает знания современных методов организации научно-исследовательской работы и принципов работы инновационного оборудования	Демонстрирует четкие знания методов организации научно-исследовательской работы, показывает готовность к изучению современных инновационных методов и инструментария
Базовый	Умение организовать научно-исследовательские и научно-производственные работы, формулировать и решать задачи, выбирать необходимые методы исследования	Знаком с методами организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, может выбирать необходимые методы исследования	Демонстрирует знание методов организации научных и научно-производственных работ, умение выбирать необходимые методы исследования	Показывает знание методов организации научных и научно-производственных работ, умение выбирать методы исследования, формулировать и решать задачи
Продвинутый	Представление о методах научного анализа и научного проектирования в научных исследованиях, знаком с компьютерной техникой и информационными технологиями	Знаком с методами научного анализа и научного проектирования в научных исследованиях, компьютерной техникой и информационными технологиями	Демонстрирует знания методов научного анализа и научного проектирования в научных исследованиях, компьютерной техники и информационных технологий	Показывает углубленные знания методов научного анализа и научного проектирования в научных исследованиях, компьютерной техники и информационных технологий

ОПК-1 - способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о современных тенденциях развития измерений и измерительной техники	Знаком с современными тенденциями развития материаловедения, пони-	Показывает знания современных тенденций развития материаловедения, понимает	Демонстрирует знания современных тенденций развития материаловедения, пока-

		мает основные проблемы в области физики полупроводников и диэлектриков	основные проблемы в области физики полупроводников и диэлектриков	зывает готовность к углубленному анализу проблем в области физики полупроводников и диэлектриков
Базовый	Умение создавать и анализировать теоретические модели физических процессов и явлений при проведении измерений; выбирать методы и средства измерений для решения конкретных задач	Участствует в анализе теоретических моделей физических процессов и явлений в полупроводниках и диэлектриках; умеет выбирать методы и средства решения конкретных задач	Демонстрирует умение создавать и анализировать теоретические модели физических процессов и явлений в полупроводниках и диэлектриках; выбирать методы и средства решения конкретных задач	Способен создавать и анализировать теоретические модели физических процессов и явлений в полупроводниках и диэлектриках; самостоятельно изучать специальную научную литературу, выбирать методы и средства решения конкретных задач
Продвину-тый	Знания теоретических основ физики полупроводников и диэлектриков, методологий теоретических и экспериментальных исследований; методов количественного формулирования и решения практических задач	Знаком с теоретическими основами физики полупроводников и диэлектриков, методологией теоретических и экспериментальных исследований; методами количественного формулирования и решения практических задач	Демонстрирует знания теоретических основ физики полупроводников и диэлектриков, методологий теоретических и экспериментальных исследований; методов количественного формулирования и решения практических задач	Показывает углубленные знания теоретических основ физики полупроводников и диэлектриков, методологий теоретических и экспериментальных исследований; умение самостоятельно формулировать и решать практические задачи

ОПК-5 - готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знание требований к оформлению результатов выполненной работы, методов обработки и	Знаком с требованиями оформления результатов выполненной работы, ме-	Показывает знания требований к оформлению результатов выполненной работы,	Демонстрирует умение выполнять требования при оформлении результатов вы-

	представления результатов измерений	тодами обработки и представления результатов измерений	методов обработки и представления результатов измерений	полненной работы, применять методы обработки и представления результатов измерений
Базовый	Умение создавать и анализировать теоретические модели физических процессов и явлений в полупроводниках и диэлектриках; выбирать методы и средства решения конкретных задач	Участствует в анализе теоретических моделей физических процессов и явлений в полупроводниках и диэлектриках; умеет выбирать методы и средства решения конкретных задач	Демонстрирует умение создавать и анализировать теоретические модели физических процессов и явлений в полупроводниках и диэлектриках; выбирать методы и средства решения конкретных задач	Способен создавать и анализировать теоретические модели физических процессов и явлений в полупроводниках и диэлектриках; самостоятельно изучать специальную научную литературу, выбирать методы и средства решения конкретных задач
Продвинутый	Владеть навыками оформления и представления итогов в виде отчетов, подготовки презентаций, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Показывает владение навыками оформления и представления итогов в виде отчетов, подготовки презентаций, видит возможности аргументированно защищать результаты работы	Демонстрирует готовность оформлять и представлять итоги выполненной работы в виде отчетов в соответствии с требованиями, подготовить презентации, умение аргументированно защищать результаты работы.	Способен оформлять и представлять итоги выполненной работы в виде отчетов и презентаций, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы

ПК-1 - готовностью 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

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знание основных направлений и тенденций развития	Знаком с основными направлениями и тенден-	Демонстрирует знания основных направлений и	Показывает знания основных направлений и

	современной микро- и наноэлектроники, умение формулировать цели и задачи научных исследований	циями развития современной микро- и наноэлектроники, способен формулировать цели и задачи научных исследований	тенденций развития современной микро- и наноэлектроники, способен формулировать цели и задачи научных исследований	тенденций развития современной микро- и наноэлектроники, умеет формулировать цели и задачи научных исследований
Базовый	Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники и наноэлектроники; выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Участвует в определении целей и задач научных исследований, в выборе теоретических и экспериментальных методов и средств решения сформулированных задач	Демонстрирует умение формулировать цели и задачи научных исследований, выбирать теоретические и экспериментальные методы решения конкретных задач	Способен самостоятельно изучить тенденции развития электроники и наноэлектроники, формулировать цели и задачи научных исследований, выбирать теоретические и экспериментальные методы решения конкретных задач
Продвину-тый	Умение формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Показывает владение навыками конкретизации целей и задач научных исследований, находит дополнительный материал для формулировки и выбора методов решения новых задач	Демонстрирует готовность формулировать цели и задачи научных исследований, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Способен формулировать цели и задачи научных исследований, выбирать эффективные теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

ПК-5 - способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знание основных закономерностей	Знаком с основными законо-	Способен демонстрировать знания	Показывает умение использовать

	формирования и свойств полупроводников и диэлектриков с точки зрения классической и квантовой теорий	мерностями формирования свойств и методами теоретических подходов в описании и изучении явлений в физике полупроводников и диэлектриков	основных закономерностей формирования свойств и умение выбирать теоретические подходы в описании и изучении явлений в полупроводниках и диэлектриках	знания основных закономерностей формирования свойств полупроводников и диэлектриков для анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований
Базовый	Умение формулировать рекомендации по совершенствованию устройств и систем электроники и нанoeлектроники на основе изучения основных физических свойств и явлений в полупроводниках и диэлектриках	Может описать особенности физических свойств полупроводников и диэлектриков, делать научно обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований	Способен формулировать рекомендации по совершенствованию устройств и систем электроники и нанoeлектроники на основе изучения основных физических свойств полупроводников и диэлектриков	Показывает умение эффективного применить знания в области изучаемого предмета для формулировки рекомендации по совершенствованию устройств и систем электроники и нанoeлектроники
Продвинутый	Умение делать научно обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, формулировать рекомендации по совершенствованию устройств и систем электроники и нанoeлектроники, готовить научные публикации и заявки на изобретения	Показывает владение навыками делать научно обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, формулировать рекомендации по совершенствованию устройств и систем электроники и нанoeлектроники	Демонстрирует готовность формулировать рекомендации по совершенствованию устройств и систем электроники и нанoeлектроники, умение готовить научные публикации и заявки на изобретения по результатам теоретических и экспериментальных исследований,	Показывает умение делать обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, формулировать рекомендации по совершенствованию устройств и систем электроники и нанoeлектроники, готовить научные публикации и заявки на изобретения

7.3. Типовые контрольные задания

7.3.1. Вопросы для проведения зачета

1. Какие единицы физических величин относят к основным?
2. Приведите пример внесистемных единиц.
3. Назовите используемые в технике измерений системы единиц.
4. Назовите основные и дополнительные единицы Международной системы СИ.

5. Запишите обозначения основных единиц международной системы СИ.
6. Что такое математическая модель?
7. Назовите модели измерительного процесса.
8. В чем отличие прямых измерений от косвенных?
9. В чем отличие совокупных измерений от совместных?
10. Приведите классификацию методов измерений.
11. К какому виду измерений можно отнести мостовой метод сравнения?
12. Объясните сущность метода замещения.
13. Что понимают под техническими средствами измерений?
14. Приведите классификацию измерительных преобразователей.
15. Приведите классификацию измерительных приборов.
16. Для чего применяются измерительные установки?
17. Назначение измерительно-вычислительных комплексов.
18. В чем отличие метрологических характеристик от неметрологических?
19. Перечислите основные метрологические характеристики средств измерения.
20. Какие характеристики относят к нормируемым метрологическим?
21. Приведите пример неметрологических характеристик приборов.
22. Дайте определение систематической составляющей погрешности.
23. Назовите причины появления систематической погрешности.
24. Назовите методы исключения систематических погрешностей.
25. Для чего вводится поправка в результат измерения?
26. Дайте определение случайной погрешности измерения.
27. Какие законы распределения случайных величин Вам известны?
28. Критерии обнаружения промахов.
29. Запишите выражение доверительного интервала для истинного значения измеряемой величины.
30. Какие измерения называются косвенными?
31. Как находят систематическую погрешность косвенного измерения?
32. Как находят случайную погрешность косвенного измерения?
33. 2. Что означает обозначение класса точности прибора в кружочке?

7.4. 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.

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 «5»-балльную систему:

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно

«51 – 65» баллов – удовлетворительно

«66 - 85» баллов – хорошо

«86 - 100» баллов – отлично

«51 и выше» баллов – зачет

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

1. Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачам. – «Физматлит», 2002 г.
2. Сергеев А.Г. Метрология. М: Логос, 2005.
3. Боровков А.А. Математическая статистика, М., Лань 2010.
4. Х-И.Кунце, Методы физических измерений, М., Мир, 1989, 216с.
5. Павлов Л.И. Методы измерения параметров полупроводниковых материалов М.: Высшая школа, 1987 г., 239 с.
6. Камке Д., Кремер К. Физические основы единиц измерения: Учеб. пособие. Пер. с нем. М.: Мир, 1980. 95 с.
7. Фундаментальные константы физики // Усп. физ. Наук, №9. 1991. С. 177-194.

Дополнительная

1. Займан Д.. Электроны и фононы. ИЛ. 1962 г.
2. Киттель Ч.. Квантовая теория твёрдых тел. «Наука», 1967 г.
3. Блейкмор Д.. Физика твёрдого тела. Изд. «Мир», Москва, 1985 г.

4. Измерения в промышленности: Справочник в 3-х частях. Пер. с нем. \ Под ред. Профоса П. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия. 1990. 492 с., 384 с., 344 с.
5. Спектор С.А. Электрические измерения физических величин.: учеб. пособие для вузов. Л.: Энергоатомиздат, 1987. 320 с.

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

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (www.fepo.ru).
4. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
5. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
6. www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
7. www.iqlib.ru - Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
8. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
9. www.affp.mics.msu.su

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
<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</i>

	<i>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 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», позволяет готовить бакалавров, 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.