



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

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Кафедра *«Инженерная физика»*

Образовательная программа магистратуры
11.04.04- Электроника и нанoeлектроника

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

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
**входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений
модуль профильной направленности (дисциплина по выбору)**

Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины «Методы физических измерений» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** от 22 сентября 2017 г. № 959 (с изменениями и дополнениями №1456 от 26.11.2020 г.).

Разработчик (и): кафедра инженерной физики, Исмаилова Н.П.,
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.  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
8. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
9. Типовые контрольные задания
10. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.
11. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
12. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
13. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
14. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
15. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Методы физических измерений» входит в часть формируемая участниками образовательных отношений, модуль профильной направленности **Б1.В.ДВ.1 - дисциплины по выбору** образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой Инженерная физика.

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

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных компетенций- **ПК-1.3, ПК-3.1, ПК-3.2.**

ПК-1.3. *Способен проводить анализ данных экспериментальных работ, выработать рекомендации по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства изделий микро- и наноэлектроники.*

ПК-3.1. *Способен организовать и контролировать процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур*

ПК-3.2. *Способен согласовать и утверждать технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и аноструктур*

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме текущего контроля – индивидуальный опрос, письменные контрольные задания, промежуточного контроля - коллоквиума, тестирования и итоговый контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий 72

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе зачет		
		всего	из них						
		Лекции и	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
9	72	26	10	-	16	-	-	46	зачет

1. Цель 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 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;
- осуществлять контроль и проводить измерения выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе;
- изучить методы анализа и обработки экспериментальных данных;
- изучить нормативные правовые и локальные акты по планированию и организации работ по измерению параметров и процессов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Методы физических измерений» входит в часть формируемая участниками образовательных отношений, модуль профильной направленности **Б1.В.ДВ.1 - дисциплины по выбору** образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

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

- Физика полупроводников и диэлектриков
- Физика и технология электрических переходов
- Физика конденсированного состояния
- Физические основы электроники

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. Магистры должны обладать навыками, необходимыми для решения конкретных физических проблем с использованием приёмов и методов математической физики; для описания разнообразных физических процессов и состояний в полупроводниках и диэлектриках.

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

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-1.3	ПК-1.3. Способен проводить анализ данных экспериментальных работ, выработать рекомендации по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства изделий микро- и наноэлектроники.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • технологические процессы, лежащие в основе экспериментальных работ; • основное технологическое оборудование и принципы его действия; - типовые тестовые структуры для анализа технологических процессов и тестирования оборудования; • - взаимосвязь параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов с выходными параметрами качества изделий микроэлектроники; • основы планирования эксперимента; • методы математической статистики; • требования к оформлению отчета по итогам экспериментальной деятельности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • планировать экспериментальные работы и контролировать процесс их проведения; • работать на контрольно измерительном и испытательном оборудовании; • осуществлять контроль и проводить измерения выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе; • проводить анализ и определять причины отклонения параметров; • анализировать влияние параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов на выходные параметры качества изделий 	Устный опрос, письменный опрос, выступление на семинарах, презентации докладов.

		<p>микро- и нанoeлектроники.</p> <ul style="list-style-type: none"> • работать со статистическими данными; • оформлять рекомендации по корректировке и оптимизации параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов; • работать с конструкторской и технологической и другими видами нормативной документации; • оформлять отчет по итогам экспериментальной деятельности. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками планирования и проведения экспериментальных работ; • навыками проведения контрольноизмерительных мероприятий и испытаний макетов и опытных образцов; • навыками анализа данных экспериментальных работ; • навыками анализ влияния параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов на параметры качества опытных образцов; • навыками проведения статистического регулирования технологических операций и технологических процессов; • навыками проведения статистического анализа точности и стабильности технологических операций и технологических процессов; • навыками выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов; • навыками оформления отчетов о результатах проведения экспериментальных работ. 	
ПК-3.1.	ПК-3.1. Способен организовать и	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нормативные правовые и 	Устный опрос,

	<p>контролировать процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.</p>	<p>локальные акты по планированию и организации работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</p> <ul style="list-style-type: none"> • структура и иерархия документов организации, место в них документов, касающихся проведения измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; • требования нормативных документов по метрологическому обеспечению средств измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; • технология и порядок организации процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур на предприятии (в подразделении) ; • назначение и правила эксплуатации измерительных и технологических средств, используемых в производстве; • требования к квалификации и должностные обязанности подчиненного персонала; • методы анализа и статистической обработки данных; • порядок разработки должностных инструкций; • трудовое законодательство Российской Федерации и локальные нормативные акты; • требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • планировать проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур; • разрабатывать 	<p>письменный опрос, выступление на семинарах, мини-конференция.</p>
--	--	--	--

		<p>должностные инструкции;</p> <ul style="list-style-type: none"> • собирать, анализировать и обобщать данные; • проводить статистическую обработку данных; • обеспечивать и контролировать выполнение требований охраны труда, пожарной безопасности, правил технической эксплуатации электроустановок на рабочих местах; • руководить подчиненными работниками. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками составления рабочих планов на проведение процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; • навыками выдачи заданий на проведение процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур подчиненным работникам; • навыками контроля сроков и качества выполнения процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур подчиненными работниками; • навыками анализа причин нарушения сроков и качества выполнения процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур подчиненными работниками; • навыками составления графиков загрузки измерительного и технологического оборудования; • навыками расчета потребности подразделения в средствах измерений, оборудовании, расходных материалах, составление заявок на их приобретение; 	
--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> • навыками контроля исправности и сохранности оборудования, расходных материалов, стандартных (эталонных, контрольных) образцов, коммуникаций, производственного инвентаря и индивидуальных средств защиты; • навыками составления планов на проведение своевременной поверки и/или калибровки оборудования, графиков ремонта оборудования; навыками разработки должностных инструкций подчиненных работников. 	
ПК-3.2	ПК-3.2. Способен согласовать и утверждать технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении модифицируемых наноматериалов и наноструктур; • назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; • воздействие используемого оборудования на наноматериалы и наноструктуры; • основные методы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; • экономика и управление предприятием; • технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий; • требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для измерения параметров и модификации свойств 	Устный опрос, письменный опрос, выступление на семинарах, презентации докладов

		<p>наноматериалов и наноструктур;</p> <ul style="list-style-type: none"> • оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; • составлять и оформлять техническое задание; • взаимодействовать с работниками смежных подразделений и сторонних организаций. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками анализа планов перспективного развития предприятия в области измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; • навыками оценки рисков внедрения новых методов и оборудования измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; • навыками согласования и утверждение технических заданий на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; • навыками разработки и утверждение планировок размещения нового измерительного и технологического оборудования на технологических участках 	
--	--	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины

составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1.									
1	Физические величины и методы их измерений. Виды измерений.	9		2	2			12	(ДЗ), (С), (КСР)
2	Средства измерений. Классификация средств измерений	9		2	4			14	(ДЗ), (С), (КСР)
	Итого по модулю 1: 36ч			4	6			26	
Модуль 2									
3	Измерение метрических и механических величин	9		2	2			4	(ДЗ), (С), (КСР)
4	Измерение электрических и фотоэлектрических величин полупроводниковых материалов	9		2	4			8	(ДЗ), (С), (КСР)
5	Рентгеноструктурные измерения параметров твердых тел	9		2	4			8	

	<i>Итого по модулю 2: 36ч</i>			6	10			20	
	ИТОГО: 72			10	16			46	

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1

Тема 1. Физические величины и методы их измерений.

Предмет “Методы физических измерений”. Основные понятия и определения в области измерений и измерительной техники. Физическая величина и её числовое значение. Единицы измерения и системы единиц. Международная система единиц физических величин. Виды и методы измерений. Методика проведения измерений. Погрешности измерений.

Тема 2. Средства измерений. Классификация средств измерений.

Метрологические характеристики средств измерений. Классификация средств измерений по назначению и конструктивному исполнению. Измерительные приборы. Измерительные преобразователи. Измерительные системы. Измерительно-вычислительные комплексы.

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 моно- кристаллических 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.

4.3.2. Темы семинарских и практических занятий

1. Общие сведения о нанодисперсных материалах.

1.1.Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию и размерам частиц.

1.2. Основные представления о формировании и сборке наносистем

2. Методы получения нанодисперсных порошков.

2.1.Физические методы.

2.2.Химические и криохимический методы.

3. Методы получения наноразмерных волокон, пленок и объемных изделий.

3. 1. Нанопленки и нановолокна.

3. 2. Объемные наноструктуры

4. Физико-химические основы получения наноматериалов.

- 4.1. Получение нанодисперсных структур по механизму «снизу- вверх»
- 4.2. Получение нанодисперсных структур по механизму «сверху- вниз»
5. Использование наноматериалов.
 - 5.1. Применение наноматериалов в технике.
 - 5.2. Использование наноматериалов в биотехнологии, фармацевтике и биотехнологии.
6. Хроматографические методы изучения наночастиц.
7. Эксклюзионная хроматография.
8. Электрофорез.
9. Гидродинамическая хроматография.
10. Фракционирование в поперечном поле сил.
11. Спектроскопические методы определения наночастиц.
12. Метод определения общего содержания углерода.
13. Спектроскопия ультрафиолетового и видимого света (ВУФ-спектроскопия).
14. Электронная Оже-спектроскопия.
15. Масс-спектроскопия вторичных ионов.
16. Лазерный микронзондовый анализ.
17. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
18. ИК- спектроскопия.
19. Рамановская спектроскопия.
20. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.
21. Дифракционные методы изучения наноматериалов.
22. Динамическое рассеяние света.
23. Лазерная дифракция.
24. Рентгеновская дифрактометрия

4.3.3. Темы самостоятельной работы

5. Классификация систем по мерности форм дисперсной фазы: нульмерные, одномерные, двух- и трехмерные материалы.
6. Получение наночастиц методом испарения- конденсации. Получение нанопорошков распылением расплавов.
7. Электро- и плазмохимические методы получения наночастиц. Электроэрозионный и детонационный синтезы.
8. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ). Электродуговой синтез углеродных нанотрубок (УНТ).
9. Методы компактирования порошков.
10. Влияние размерных факторов на свойства наноматериалов.
11. Механические свойства компактных наноматериалов
12. Аттестация наноматериалов.
13. Методы определения размерных характеристик.
14. Методы определения элементного и фазового состава.
15. Методы исследования поверхности наноматериалов
16. Наноматериалы и защита окружающей среды.
17. Наночастицы в окружающей среде.
18. Использование нано- материалов для защиты окружающей среды.
19. Экология в производстве и применении наноматериалов.
20. Токсикологическое изучение наноматериалов
21. Основы измерений. Необходимость проведения измерений.
22. Метрические и неметрические системы.
23. Связь пространства и времени в природе. Основные физические величины и их связь друг с другом
24. Масса. Эталон массы. Проблемы измерения массы
25. Длина и время. Эталоны длины и времени.
26. Проблемы измерения малых размеров.
27. Атомно-силовая микроскопия.

28. Зондовые методы измерения электропроводности твердых тел. Их достоинства и недостатки.
29. Методы измерения параметров неравновесных носителей заряда.
30. Методы измерения параметров МДП-структур.
31. Дифракционные методы оценки структуры поверхности монокристаллов.

5. Образовательные технологии

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

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

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

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

Реализация 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, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

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

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

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

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

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

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

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль.

В течение семестра студенты выполняют:

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

Итоговый контроль.

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, зачеты; тесты и компьютерные тестирующие

программы, примерную тематику рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

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

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

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

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

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

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

7.2. Типовые контрольные задания

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?

7.1.2. Пример тестовых заданий для промежуточного контроля

1. Что такое принцип измерения?

1. физическое явление, на котором базируется измерения
2. совокупность методов и правил, разработанных метрологическими исследовательскими организациями, утвержденная законами.
3. значение величины, полученное путем ее измерения.

2. Значения физической величины, настолько приближающиеся к истинному значению, что может быть использовано вместо него называют ...

1. истинным значением ФВ
2. результатом измерения ФВ
3. действительным значением ФВ

3. По точности измерения эталонные измерения, связанные с воспроизведения установленных единиц физических величин, можно отнести к ...

- 1) измерениям максимальной возможной точности
- 2) контрольно-поверочным измерениям
- 3) прямым измерениям
- 4) техническим измерениям

4. Средство измерений для обнаружения физических свойств объекта, то есть - наличия измеряемой физической величины называется

1. мера
2. индикатор
3. измерительный прибор

4. измерительная система

5. *Приборы, которые дают мгновенное значение измеряемой величины в режиме реального времени, отсчитываемое по шкале называются ...*

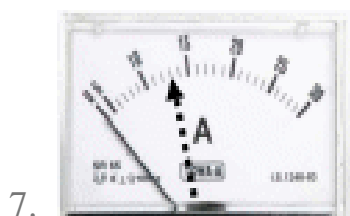
1. сигнализирующими
2. регистрирующими
3. интегрирующими
4. показывающими

5. *Область значений величины измерительного прибора, в пределах которых нормированы допускаемые пределы погрешности измерений, называется ...*

1. диапазон измерений
2. диапазон показаний
3. цена деления шкалы
4. длина деления шкалы

6. *По приведенной формуле: $\gamma = \frac{\Delta X}{X_{\text{норм}}} \cdot 100\%$, рассчитывается ...*

1. абсолютная погрешность
2. относительная погрешность
3. приведенная погрешность.



Определить диапазон измерений СИ

1. От 0 до 30А
2. От 5 до 30А
3. 25А
4. 13А

9.



Определить цену деления СИ

1. 2А/дел
2. 4 А/дел
3. 2 В/дел
4. 10В/дел

10. В цепи протекает ток 100 мА. Амперметр показывает 102 мА. Предел измерения 150 мА. Относительная погрешность измерения равна ...

- 1) 2 мА;
- 2) 2,0%;
- 3) 1,3%.

11. Какая шкала используется для измерений относительных величин (коэффициентов усиления, ослабления, КПД, коэффициентов отражений и поглощений и т.д.)?

1. шкала наименований
2. шкала порядка
3. шкала отношений
4. абсолютная шкала

12. Приборы, которые ведут запись показаний путем фиксации в форме диаграмм или показаний в цифровой форме называются ...

1. показывающими
2. регистрирующими
3. интегрирующими
4. сигнализирующими

13. Что такое измерительный прибор?

1. СИ для обнаружения наличия измеряемой физической величины (ФВ).
2. СИ, воспроизводящее ФВ заданного размера.

3. СИ, вырабатывающее сигнал измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

14. Разность между начальными и конечными отметками шкалы, называется ...

1. диапазон измерений
2. диапазон показаний
3. цена деления шкалы
4. длина деления шкалы

15. По приведенной формуле $\Delta X = X_{изм} - X_d$ рассчитывается ...

1. абсолютная погрешность
2. относительная погрешность
3. приведенная погрешность.

Рекомендации к последовательности выполнения реферата.

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

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

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

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

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

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

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в зачетную систему:

«0 – 50» баллов – незачет

«51 – 100» баллов – зачет

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

а) основная литература:

1. Павлов Л.П. Методы измерения параметров полупроводниковых материалов : учебник для вузов по специальности "Полупроводниковые и микроэлектронные приборы". - 2-е издание, переработанное и дополненное - Москва: - Высшая школа, 1987. - 239 с

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

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

б) дополнительная литература:

1. Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Феклистов В.Б., Вениг С.Б. Измерение параметров полупроводников, микро и наноструктур / (учебное пособие)– Саратов: Электронное издание Саратов. ун-та, 2012. – 155 с.

2. Рачков, М. Ю. Технические измерения : учебник для СПО / М. Ю. Рачков. — Саратов : Профобразование, 2022. — 210 с. — ISBN 978-5-4488-1565-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124291.html> (дата обращения: 18.10.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. **Рачков, М. Ю.** Технические измерения и диагностика оборудования : учебник / М. Ю. Рачков. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 301 с. — ISBN 978-5-4497-1805-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124292.html> (дата обращения: 18.10.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

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

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

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

Интернет ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.
2. Лицензионное соглашение № 6984/20 на использование адаптированных технологий ЭБС IPRbooks (www.iprbookshop.ru) для лиц с ОВЗ от 02.10.2020.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г. 537наименований.
4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г. Срок действия договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023г.

5. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.
6. Национальная электронная библиотека №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока.
7. Scopus издательства Elsevier B.V. Письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2022 г. <https://www.scopus.com>
8. Международное издательство Springer Nature. Коллекция журналов, книг и баз данных издательства Springer Nature. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature в 2022 г. на условиях национальной подписки <https://link.springer.com/>
9. Журналы Royal Society of Chemistry. База данных RSC DATABASE издательства Royal Society of Chemistry Письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных Royal Society of Chemistry в 2022 г. <http://pubs.rsc.org/>
10. 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>.
11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru>.
12. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

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

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является

необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
<i>Лекция</i>	<i>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 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>

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

Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется

применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения аккумуляции энергии особое значение имеют материалы и схемы аккумуляции, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все схемы, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникающие у студентов в ходе лекции, рекомендуются задавать после окончания лекции.

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

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

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

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

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

В процессе обучения используются следующие информационные технологии:

- текстовый процессор Microsoft Word, пакет подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
- Internet;
- внутренняя локальная сеть ДГУ.

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

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

разработки, учебные программы и т.п:

- моделирование и демонстрацию объектов, явлений и процессов; наиболее целесообразным является моделирование таких процессов, которые невозможно или трудно организовать в обычных кабинетах;
- производство измерений с помощью ЭВМ; имитацию средств измерения и выполнение рутинной части обработки результатов измерений;
- обеспечение различных игровых форм занятий;
- отработка образовательных действий различного характера, решение задач;
- контроль и оценку уровня подготовки обучающихся.

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

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

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

Практические занятия проводятся в специализированных аудиториях оснащенных современной вычислительной техникой, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Наименование лабораторий, ауд.: физический факультет, лекционная аудитория (на 30 студентов), аудитория для лабораторных занятий – (18 оснащенных компьютеров)

Основное оборудование :

- Мультимедийный проектор, сопровождает интерактивную доску;
- Ноутбук, персональные компьютеры;
- используются лицензионные программные продукты:
 - Операционная система Windows'10;
 - ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Office 2007 Pro, FireFox, Statistica, Origin
 - MathCAD '15