



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**  
**11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

Программа магистратуры:  
**Материалы и технологии электроники и нанoeлектроники**

Уровень высшего образования  
магистратура

Форма обучения очно-заочная

Статус дисциплины: модуль профильной направленности

Махачкала 2021

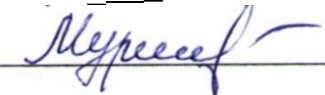
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС3++ ВО по направлению подготовки 11.04.04- Электроника и наноэлектроника, программа магистратуры: Материалы и технологии электроники и наноэлектроники – Приказ Минобрнауки России от 05.04.2017 №301.

Разработчик (и): кафедра инженерной физики, Исмаилова Н.П.,  
к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры Инженерная физика от « 29 » \_06\_ 2021 г., протокол  
№ \_10\_

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 30 » 06.  
2021 г., протокол № \_11\_.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением « 9 » \_07\_ 2021 г.

Нач. УМУ  Гасангаджиева А.Г.

## Оглавление

|                                                                                                                                                                                                          |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Аннотация рабочей программы дисциплины.....                                                                                                                                                              | 4                  |
| 1.Цель освоения дисциплины.....                                                                                                                                                                          | 5                  |
| 2.Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры .....                                                                                                                                                   | 5                  |
| 3.Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения<br>дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .....                                                                            | 6                  |
| 4.Объем, структура и содержание дисциплины. ....                                                                                                                                                         | <a href="#">13</a> |
| 4.1. Объем дисциплины .....                                                                                                                                                                              | 13                 |
| 4.2. Структура дисциплины. ....                                                                                                                                                                          | 13                 |
| 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам). ....                                                                                                                                  | 14                 |
| 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине. ....                                                                                                                                                 | 15                 |
| 4.3.2. Темы семинарских и практических занятий.....                                                                                                                                                      | 16                 |
| 4.3.3. Темы самостоятельной работы.....                                                                                                                                                                  | 16                 |
| 5. Образовательные технологии.....                                                                                                                                                                       | 17                 |
| 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. ....                                                                                                                                | 18                 |
| 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости,<br>промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....                                                                  | 19                 |
| 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе<br>освоения образовательной программы. ....                                                                                      | 20                 |
| 7.2. Типовые контрольные задания.....                                                                                                                                                                    | 29                 |
| 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой<br>для освоения дисциплины. ....                                                                                                   | 30                 |
| 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети<br>«Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....                                                                                    | 32                 |
| 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. ....                                                                                                                                   | 34                 |
| 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении<br>образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного<br>обеспечения и информационных справочных систем. .... | 35                 |
| 12. Описание материально-технической базы, необходимой для<br>осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....                                                                                | 36                 |

### *Аннотация рабочей программы дисциплины*

Дисциплина «Методы физических измерений» входит в вариативную часть (дисциплины по выбору) образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника». 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.**

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 вариативную часть дисциплин по выбору образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника».

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                                                                                                                                                                       |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК -1.3                    | Способен проводить анализ данных экспериментальных работ, выработать рекомендации по корректировке и оптимизации параметров | <b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• технологические процессы, лежащие в основе экспериментальных работ;</li> <li>• основное технологическое оборудование и принципы его</li> </ul> |

|  |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>и режимов технологических операций и технологических процессов производства изделий микро- и наноэлектроники.</p> | <p>действия; - типовые тестовые структуры для анализа технологических процессов и тестирования оборудования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• - взаимосвязь параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов с выходными параметрами качества изделий микроэлектроники;</li> <li>• основы планирования эксперимента;</li> <li>• методы математической статистики;</li> <li>• требования к оформлению отчета по итогам экспериментальной деятельности.</li> <li>• <b>Уметь:</b></li> <li>• планировать экспериментальные работы и контролировать процесс их проведения;</li> <li>• работать на контрольно измерительном и испытательном оборудовании;</li> <li>• осуществлять контроль и проводить измерения выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе;</li> <li>• проводить анализ и определять причины отклонения параметров;</li> <li>• анализировать влияние параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов на выходные параметры качества изделий микро- и наноэлектроники.</li> <li>• работать со статистическими данными;</li> <li>• оформлять рекомендации по корректировке и оптимизации параметров и режимов</li> </ul> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

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

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разрабатывать должностные инструкции;</li> <li>• собирать, анализировать и обобщать данные;</li> <li>• проводить статистическую обработку данных;</li> <li>• обеспечивать и контролировать выполнение требований охраны труда, пожарной безопасности, правил технической эксплуатации электроустановок на рабочих местах;</li> <li>• руководить подчиненными работниками.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками составления рабочих планов на проведение процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• навыками выдачи заданий на проведение процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур подчиненным работникам;</li> <li>• навыками контроля сроков и качества выполнения процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур подчиненными работниками;</li> <li>• навыками анализа причин нарушения сроков и качества выполнения процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур подчиненными работниками;</li> <li>• навыками составления</li> </ul> |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|               |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                                                                                                                                                                                    | <p>графиков загрузки измерительного и технологического оборудования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками расчета потребности подразделения в средствах измерений, оборудовании, расходных материалах, составление заявок на их приобретение;</li> <li>• навыками контроля исправности и сохранности оборудования, расходных материалов, стандартных (эталонных, контрольных) образцов, коммуникаций, производственного инвентаря и индивидуальных средств защиты;</li> <li>• навыками составления планов на проведение своевременной поверки и/или калибровки оборудования, графиков ремонта оборудования;</li> <li>• навыками разработки должностных инструкций подчиненных работников.</li> </ul> |
| <b>ПК-3.2</b> | <p>Способен согласовать и утверждать технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении модифицируемых наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• воздействие используемого оборудования на наноматериалы и наноструктуры;</li> <li>• основные методы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• экономика и управление</li> </ul>                                                                                                                               |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>предприятием;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий;</li> <li>• требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• составлять и оформлять техническое задание;</li> <li>• взаимодействовать с работниками смежных подразделений и сторонних организаций.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками анализа планов перспективного развития предприятия в области измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• навыками оценки рисков внедрения новых методов и оборудования измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• навыками согласования и утверждения технических заданий на модернизацию и внедрение</li> </ul> |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками разработки и утверждение планировок размещения нового измерительного и технологического оборудования на технологических участках</li> </ul> |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

##### 4.1. Объем дисциплины

составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

##### 4.2. Структура дисциплины.

| №<br>п/п | Разделы и темы<br>дисциплины                                    | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы,<br>включая<br>самостоятельную<br>работу студентов и<br>трудоемкость (в часах) |                         |                          |                          | Самостоятельная работа | Формы текущего<br>контроля<br>успеваемости ( <i>по<br/>неделям семестра</i> )<br><br>Форма<br>промежуточной<br>аттестации ( <i>по<br/>семестрам</i> ) |
|----------|-----------------------------------------------------------------|---------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                 |         |                 | Лекции                                                                                             | Практические<br>занятия | Лабораторн<br>ые занятия | Контроль<br>самост. раб. |                        |                                                                                                                                                       |
|          | Модуль 1.                                                       |         |                 |                                                                                                    |                         |                          |                          |                        |                                                                                                                                                       |
| 1        | Физические<br>величины и<br>методы их<br>измерений.             | 9       |                 | 2                                                                                                  | 2                       |                          |                          | 11                     | (ДЗ), (С), (КСР)                                                                                                                                      |
| 2        | Средства<br>измерений.<br>Классификация<br>средств<br>измерений | 9       |                 | 2                                                                                                  | 4                       |                          |                          | 11                     | (ДЗ), (С), (КСР)                                                                                                                                      |
|          | <b>Итого по<br/>модулю 1:</b>                                   |         |                 | 4                                                                                                  | 6                       |                          |                          | 22                     |                                                                                                                                                       |
|          | Модуль 2                                                        |         |                 |                                                                                                    |                         |                          |                          |                        |                                                                                                                                                       |
| 3        | Измерение<br>метрических и<br>механических<br>величин           | 9       |                 | 2                                                                                                  | 2                       |                          |                          | 8                      | (ДЗ), (С), (КСР)                                                                                                                                      |

|   |                                                      |   |  |    |    |  |  |    |                  |
|---|------------------------------------------------------|---|--|----|----|--|--|----|------------------|
| 4 | Измерение электрических и фотоэлектрических величин  | 9 |  | 2  | 4  |  |  | 8  | (ДЗ), (С), (КСР) |
| 5 | Рентгеноструктурные измерения параметров твердых тел | 9 |  | 2  | 4  |  |  | 8  |                  |
|   | <b>Итого по модулю 2:</b>                            |   |  | 6  | 10 |  |  | 24 |                  |
|   | <b>ИТОГО: 72</b>                                     |   |  | 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 согласует 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 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, зачеты; тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

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

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

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

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

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

Оценка "неудовлетворительно" выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала,

допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

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

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

| Код компетенции из ФГОС ВО | Наименование компетенции из ФГОС ВО                                                                                                                                                                                                       | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Процедура освоения                                                                                |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 нанoeлектроники. | <p><b>Знать:</b> - 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> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• планировать экспериментальные работы и контролировать</li> </ul> | Письменный опрос, тестирование, контрольные задания, проверка рефератов, выступление на семинарах |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>процесс их проведения; -<br/> работать на<br/> контрольноизмерительном<br/> и испытательном<br/> оборудовани;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществлять контроль и проводить измерения выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе;</li> <li>• проводить анализ и определять причины отклонения параметров;</li> <li>• анализировать влияние параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов на выходные параметры качества изделий микро- и нанoeлектроники.</li> <li>• работать со статистическими данными;</li> <li>• оформлять рекомендации по корректировке и оптимизации параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов;</li> <li>• работать с конструкторской и технологической и другими видами нормативной документации;</li> <li>• оформлять отчет по итогам</li> </ul> |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>экспериментальной деятельности.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками планирования и проведения экспериментальных работ;</li> <li>• навыками проведения контрольноизмерительных мероприятий и испытаний макетов и опытных образцов;</li> <li>• навыками анализа данных экспериментальных работ;</li> <li>• навыками анализ влияния параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов на параметры качества опытных образцов;</li> <li>• навыками проведения статистического регулирования технологических операций и технологических процессов;</li> <li>• навыками проведения статистического анализа точности и стабильности технологических операций и технологических процессов;</li> <li>• навыками выработки рекомендаций по корректировке и</li> </ul> |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|         |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                          |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                                                                                                                                 | <p>оптимизации параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками оформления отчетов о результатах проведения экспериментальных работ.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                          |
| ПК-3.1. | <p>Способен организовать и контролировать процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• нормативные правовые и локальные акты по планированию и организации работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• структура и иерархия документов организации, место в них документов, касающихся проведения измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• требования нормативных документов по метрологическому обеспечению средств измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• технология и порядок организации процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур на предприятии (в</li> </ul> | <p>Письменный опрос, тестирование, контрольные задания, проверка рефератов, выступление на семинарах</p> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>подразделении) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• назначение и правила эксплуатации измерительных и технологических средств, используемых в производстве;</li> <li>• требования к квалификации и должностные обязанности подчиненного персонала;</li> <li>• методы анализа и статистической обработки данных;</li> <li>• порядок разработки должностных инструкций;</li> <li>• трудовое законодательство Российской Федерации и локальные нормативные акты;</li> <li>• требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• планировать проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• разрабатывать должностные инструкции;</li> <li>• собирать, анализировать и обобщать данные;</li> <li>• проводить статистическую обработку данных;</li> <li>• обеспечивать и</li> </ul> |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>контролировать выполнение требований охраны труда, пожарной безопасности, правил технической эксплуатации электроустановок на рабочих местах;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• руководить подчиненными работниками.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками составления рабочих планов на проведение процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• навыками выдачи заданий на проведение процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур подчиненным работникам;</li> <li>• навыками контроля сроков и качества выполнения процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур подчиненными работниками;</li> <li>• навыками анализа причин нарушения сроков и качества выполнения процессов измерений параметров и модификации свойств</li> </ul> |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|               |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|               |                                   | <p>наноматериалов и наноструктур подчиненными работниками;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками составления графиков загрузки измерительного и технологического оборудования;</li> <li>• навыками расчета потребности подразделения в средствах измерений, оборудовании, расходных материалах, составление заявок на их приобретение;</li> <li>• навыками контроля исправности и сохранности оборудования, расходных материалов, стандартных (эталонных, контрольных) образцов, коммуникаций, производственного инвентаря и индивидуальных средств защиты;</li> <li>• навыками составления планов на проведение своевременной поверки и/или калибровки оборудования, графиков ремонта оборудования;</li> <li>• навыками разработки должностных инструкций подчиненных работников.</li> </ul> |                                 |
| <b>ПК-3.2</b> | Способен согласовать и утверждать | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• углубленные знания о структуре, физико-</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Письменный опрос, устный опрос, |

|  |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                          |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> | <p>химических свойствах, конструкции и назначении модифицируемых наноматериалов и наноструктур;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• воздействие используемого оборудования на наноматериалы и наноструктуры;</li> <li>• основные методы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>• экономика и управление предприятием;</li> <li>• технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий;</li> <li>• требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для измерения параметров и модификации свойств</li> </ul> | <p>тестирование, контрольные задания, проверка рефератов, выступление на семинарах, мини-конференция</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

|  |  |                                                                                                                                                                                               |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками разработки и утверждение планировок размещения нового измерительного и технологического оборудования на технологических участках</li> </ul> |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## **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?

### **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. Опадчий, Юрий Федорович.** Аналоговая и цифровая электроника : учебник для вузов / Опадчий, Юрий Федорович, Глудкин, Олег Павлович, Гуров, Александр Иванович ; Под ред. О.П. Глудкина. - М. : Радио и связь, 1996.

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

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

### б) дополнительная литература:

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

**2. Татаринов В.Н.** Введение в специальность инженера по проектированию и эксплуатации радиоэлектронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов специальностей «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» «Проектирование и технология радиоэлектронных средств», направления «Конструирование и технология электронных средств» / В.Н. Татаринов, А.А. Чернышев. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный

университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 90 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72076.html>

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

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

- 1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 — . Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.04.2017). — Яз. рус., англ.
- 2) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. — Махачкала, г. — Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. — URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).
- 3) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. — Махачкала, 2010 — Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.03.2018).
- 4) Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
- 5) Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>

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

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

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

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану,

не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

| Вид учебных занятий         | Организация деятельности студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Лекция</i>               | <i>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.</i> |
| <i>Практические занятия</i> | <i>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.</i>                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <i>Реферат</i>              | <i>Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.</i>                      |

**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.