

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 06.10.2024 16:15:41

Уникальный программный ключ:

efd3ecd8bd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины**

### **«Микро- и наносистемы в технике и технологии»**

**Цель преподавания дисциплины:** формирование у будущих инженеров, младших научных сотрудников навыков и умений, которые позволят им критически анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, выработать стратегию действий, а также анализировать результаты измерений параметров микро- и наноструктур для успешной профессиональной деятельности в области нанотехнологий и микросистемной техники.

#### **Задачи изучения дисциплины:**

1. Сформировать у студентов понимание системного подхода к анализу проблемных ситуаций;
2. Научить студентов применять методы критического анализа для выявления проблем и поиска решений;
3. Развить у студентов навыки выработки стратегии действий на основе проведённого анализа;
4. Дать студентам знания о методах и инструментах анализа результатов измерений параметров микро- и наноструктур;
5. Научить студентов применять полученные знания и навыки для решения практических задач в области микро- и нанотехнологий.
6. Обеспечить совместно с другими дисциплинами семестра теоретическую подготовку обучающихся к производственной эксплуатационной практике на предприятии-заказчике.

#### **Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

- УК-1.2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению;
- УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников;
- ПК-3.1 Осуществляет обработку и анализ АСМ, СЭМ и оптических изображений;
- ПК-3.2 Проводит статистический анализ размеров с помощью прикладного программного обеспечения;
- ПК-3.3 Проводит обработку результатов спектроскопии или приборов контроля технологических операций;

#### **Разделы дисциплины:**

Введение. Основные понятия и термины. Параметры и характеристики микросистем. Чувствительные элементы для микросистем. Сенсорные компоненты МСТ. Актуаторные элементы МСТ. Микромеханические ключи. Катушки индуктивности в микросистемах.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

естественно – научного

(наименование ф-та, полностью)



П.А. Ряполов

(подпись, фамилия, инициалы)

« 06 » 06 20 24 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Микро- и наносистемы в технике и технологии

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника,

(шифр и наименование направления подготовки)

направленность (профиль) «Нанотехнологии»

(наименование направленности (профиля))

форма обучения очная

*ОПОП ВО реализуется по модели дуального обучения*

Рабочая программа дисциплины составлена:

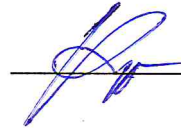
– в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, утвержденным приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 921;

– на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 от 27.03.2024).

– с учетом заказа-требования от 13.03.2024 на результаты освоения ОПОП ВО – программы магистратуры 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», реализуемой по модели дуального обучения в ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», от Регионального центра нанотехнологий (приложение к общей характеристике ОПОП ВО).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для дуального обучения студентов по ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии» на совместном заседании кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики с представителями Регионального центра нанотехнологий (протокол № 9 от 06.06.2024).

Зав. кафедрой



А.Е. Кузько

Разработчики программы  
ст.преподаватель



Е.В. Шельдешова

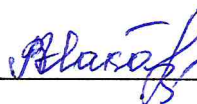
к.ф.-м.н., доцент



А.Е. Кузько

Соглаовано:

Директор научной библиотеки



Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО дуального обучения 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.\_\_), на совместном заседании кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики с представителями Регионального центра нанотехнологий (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.\_\_).

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

А.Е. Кузько

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО дуального обучения 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.\_\_\_\_), на совместном заседании кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики с представителями Регионального центра нанотехнологий (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.\_\_\_\_).

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Е. Кузько

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО дуального обучения 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.\_\_\_\_), на совместном заседании кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики с представителями Регионального центра нанотехнологий (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.\_\_\_\_).

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Е. Кузько

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО дуального обучения 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.\_\_\_\_), на совместном заседании кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики с представителями Регионального центра нанотехнологий (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.\_\_\_\_).

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Е. Кузько

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО дуального обучения 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.\_\_\_\_), на совместном заседании кафедры нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики с представителями Регионального центра нанотехнологий (протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.\_\_\_\_).

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Е. Кузько

## **1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

### **1.1 Цель дисциплины**

Цель дисциплины – формирование у будущих инженеров, младших научных сотрудников навыков и умений, которые позволят им критически анализировать проблемные ситуации на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, а также анализировать результаты измерений параметров микро- и наноструктур для успешной профессиональной деятельности в области нанотехнологий и микросистемной техники.

### **1.2 Задачи дисциплины**

Задачами дисциплины являются:

1. Сформировать у студентов понимание системного подхода к анализу проблемных ситуаций;
2. Научить студентов применять методы критического анализа для выявления проблем и поиска решений;
3. Развить у студентов навыки выработки стратегии действий на основе проведённого анализа;
4. Дать студентам знания о методах и инструментах анализа результатов измерений параметров микро- и наноструктур;
5. Научить студентов применять полученные знания и навыки для решения практических задач в области микро- и нанотехнологий.
6. Обеспечить совместно с другими дисциплинами семестра теоретическую подготовку обучающихся к производственной эксплуатационной практике на предприятии-заказчике.

### **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

| <i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i> |                                                                                            | <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i> | <i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>код компетенции</i>                                                                                                                | <i>наименование компетенции</i>                                                            |                                                                                           |                                                                                                          |
| УК-1                                                                                                                                  | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, | УК-1.2<br>Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуа-      | <b>Знать:</b><br>- основы системного анализа и проектирования;<br>- методы сбора и анализа информации;   |

| <i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i> |                                 | <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>                                   | <i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>код компетенции</i>                                                                                                                | <i>наименование компетенции</i> |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                       | вырабатывать стратегию действий | ции, и проектирует процессы по их устранению                                                                                | <p>-принципы работы с данными и инструментами для их обработки;</p> <p>-методы выявления и оценки рисков;</p> <p>-основы управления проектами.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- анализировать проблемные ситуации и выявлять пробелы в информации;</p> <p>- проектировать процессы для устранения этих пробелов;</p> <p>- оценивать эффективность предложенных решений;</p> <p>- работать с различными источниками информации;</p> <p>- применять методы системного анализа и проектирования.</p> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <p>- навыками работы с инструментами анализа данных;</p> <p>- способностью к критическому мышлению и анализу;</p> <p>- навыками планирования и управления проектами;</p> <p>- способностью к командной работе и коммуникации;</p> <p>- навыками принятия решений на основе анализа информации.</p> |
|                                                                                                                                       |                                 | УК-1.3<br>Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников | <p><b>Знать:</b></p> <p>- основы информационной грамотности;</p> <p>- методы оценки надежности источников информации;</p> <p>- принципы работы с противоречивой информацией.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

| <i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i> |                                                                              | <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i> | <i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>код компетенции</i>                                                                                                                | <i>наименование компетенции</i>                                              |                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                       |                                                                              |                                                                                           | <p>ей;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы критического мышления;</li> <li>- методы анализа и синтеза информации.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- критически оценивать надёжность источников информации;</li> <li>- работать с противоречивой информацией из разных источников;</li> <li>- анализировать и синтезировать информацию;</li> <li>- применять методы критического мышления;</li> <li>- оценивать достоверность и надёжность информации.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с различными источниками информации;</li> <li>- способностью к критическому анализу информации;</li> <li>- навыками работы с противоречивой информацией;</li> <li>- способностью к принятию решений на основе анализа информации;</li> <li>- навыками оценки надёжности источников информации.</li> </ul> |
| ПК-3                                                                                                                                  | Способен анализировать результаты измерений параметров микро- и наноструктур | ПК-3.1<br>Осуществляет обработку и анализ АСМ, СЭМ и оптических изображений               | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы физики и химии твёрдого тела;</li> <li>- принципы работы АСМ, СЭМ и оптических микроскопов;</li> <li>- методы обработки и анализа изображений;</li> <li>- основы цифровой обработки сигналов;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| <i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i> |                                 | <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>                | <i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>код компетенции</i>                                                                                                                | <i>наименование компетенции</i> |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                       |                                 |                                                                                                          | <p>- принципы работы с программным обеспечением для обработки изображений.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с АСМ, СЭМ и оптическими микроскопами;</li> <li>- получать и сохранять изображения;</li> <li>- обрабатывать изображения с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- анализировать полученные данные;</li> <li>- интерпретировать результаты анализа.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с АСМ, СЭМ и оптическими микроскопами;</li> <li>- способностью к обработке изображений;</li> <li>- навыками анализа данных;</li> <li>- способностью к интерпретации результатов анализа;</li> <li>- навыками работы с программным обеспечением для обработки изображений.</li> </ul> |
|                                                                                                                                       |                                 | <p>ПК-3.2<br/>Проводит статистический анализ размеров с помощью прикладного программного обеспечения</p> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы статистического анализа;</li> <li>- методы статистического анализа размеров;</li> <li>- особенности и возможности прикладного программного обеспечения для статистического анализа.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |



| <i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i> |                                 | <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>                     | <i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>код компетенции</i>                                                                                                                | <i>наименование компетенции</i> |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                       |                                 |                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать и применять соответствующие методы статистического анализа размеров в зависимости от специфики задачи;</li> <li>- эффективно использовать прикладное программное обеспечение для проведения статистического анализа размеров;</li> <li>- интерпретировать и анализировать результаты статистического анализа, делать обоснованные выводы.</li> </ul> <p><b><i>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с прикладным программным обеспечением для статистического анализа размеров;</li> <li>- методами статистического анализа размеров, включая проверку гипотез, корреляционный и регрессионный анализ;</li> <li>- способностью критически оценивать результаты статистического анализа размеров и предлагать пути оптимизации процессов на основе полученных данных.</li> </ul> |
|                                                                                                                                       |                                 | <p>ПК-3.3<br/>Проводит обработку результатов спектроскопии или приборов контроля технологических операций</p> | <p><b><i>Знать:</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы работы спектрометрического оборудования и приборов контроля технологических операций;</li> <li>- методы обработки результатов спектроскопии и данных, полученных с приборов контроля;</li> <li>- стандарты и протоколы</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| <i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i> |                                 | <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i> | <i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>код компетенции</i>                                                                                                                | <i>наименование компетенции</i> |                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                       |                                 |                                                                                           | <p>обработки данных для обеспечения их достоверности и воспроизводимости.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать и интерпретировать результаты спектроскопии и данные приборов контроля;</li> <li>- применять различные методы обработки данных в зависимости от типа спектроскопии или прибора контроля;</li> <li>- оценивать точность и достоверность полученных результатов.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с программным обеспечением для обработки результатов спектроскопии и данных приборов контроля;</li> <li>- методами статистического анализа данных спектроскопии и приборов контроля;</li> <li>- способностью представлять результаты обработки данных в виде отчетов, графиков и диаграмм.</li> </ul> |

## **2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Микро- и наносистемы в технике и технологии» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», реализуемой по модели дуального обучения.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 2 семестре.

Дисциплина имеет практико-ориентированный характер и изучается до прохождения обучающимися производственной эксплуатационной практики, завершающей данный семестр.

### **3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетные единицы (з.е.), 216 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

|                                                                                 |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Виды учебной работы                                                             | Всего, часов                                        |
| Общая трудоемкость дисциплины                                                   | 216                                                 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего) | 71,15                                               |
| в том числе:                                                                    |                                                     |
| лекции                                                                          | 14                                                  |
| лабораторные занятия                                                            | 28, из них практическая подготовка обучающихся – 6. |
| практические занятия                                                            | 28, из них практическая подготовка обучающихся – 4. |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего)                                      | 108,85                                              |
| Контроль (подготовка к экзамену)                                                | 36                                                  |
| Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)                     | 1,15                                                |
| в том числе:                                                                    |                                                     |
| зачет                                                                           | не предусмотрен                                     |
| зачет с оценкой                                                                 | не предусмотрен                                     |
| курсовая работа (проект)                                                        | не предусмотрен(-а)                                 |
| экзамен (включая консультацию перед экзаменом)                                  | 1,15                                                |

### **4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### **4.1 Содержание дисциплины**

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины | Содержание |
|-------|--------------------------|------------|
| 1     | 2                        | 3          |

|   |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Введение. Основные понятия и термины              | Виды микросистем<br>Виды функциональных микроустройств в составе МСТ<br>Элементы микросистемной техники<br>Компоненты микросистемной техники                                                                                                                                                                                                        |
| 2 | Параметры и характеристики микросистем            | Термины, определения и буквенные обозначения параметров и характеристик МСТ<br>Классификация сенсорных компонентов МСТ                                                                                                                                                                                                                              |
| 3 | Чувствительные элементы для микросистем           | Пьезорезистивные чувствительные элементы<br>Емкостные чувствительные элементы<br>Пьезоэлектрические чувствительные элементы<br>Резонансные чувствительные элементы<br>Чувствительные элементы на поверхностных акустических волнах (ПАВ)                                                                                                            |
| 4 | Сенсорные компоненты МСТ                          | Классификация пьезоэлектрических датчиков.<br>Природа пьезоэффекта<br>Параметры пьезоэлектрических материалов<br>Основные характеристики пьезоэлектрических преобразователей<br>Эффект Зеебека<br>Эффект Пельтье<br>Эффект Томсона<br>Эффект Холла                                                                                                  |
| 5 | Актуаторные элементы МСТ. Микромеханические ключи | Актуаторные элементы МСТ<br>Конструкция микромеханических ключей и схемы их включения<br>Параметры микромеханических ключей                                                                                                                                                                                                                         |
| 6 | Катушки индуктивности в микросистемах             | Пассивные компоненты микросистем: достоинства и недостатки<br>Индукторы в микросистемах<br>Собственная индуктивность и взаимная индуктивность<br>Индуктивные элементы микросистем<br>Индукторы из меандров<br>Спиральные индукторы. Схема. Особенности технологии изготовления<br>Соленоидные индукторы. Схема. Особенности технологии изготовления |

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины               | Виды деятельности |        |       | Учебно-методические материалы | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) | Компетенции   |
|-------|----------------------------------------|-------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------|
|       |                                        | лек., час         | № лаб. | № пр. |                               |                                                            |               |
| 1     | 2                                      | 3                 | 4      | 5     | 6                             | 7                                                          | 8             |
| 1     | Введение. Основные понятия и термины   | 2                 |        |       | У-1 – У3<br>МУ-4              | У - 2                                                      | УК-1,<br>ПК-3 |
| 2     | Параметры и характеристики микросистем | 2                 | 1      |       | У-1 – У3<br>МУ-1,<br>МУ-4     | ЛР, У - 4                                                  | УК-1,<br>ПК-3 |
| 3     | Чувствительные                         | 2                 | 2      |       | У-1 – У3                      | ЛР, У - 6                                                  | УК-1,         |

|   |                                                   |   |   |   |                           |               |               |
|---|---------------------------------------------------|---|---|---|---------------------------|---------------|---------------|
|   | элементы для микросистем                          |   |   |   | МУ-2,<br>МУ-4             |               | ПК-3          |
| 4 | Сенсорные компоненты МСТ                          | 2 | 3 | 1 | У-1 – У3<br>МУ-3,<br>МУ-4 | ЛР, ПР, У - 9 | УК-1,<br>ПК-3 |
| 5 | Актуаторные элементы МСТ. Микромеханические ключи | 2 |   | 2 | У-1 – У3<br>МУ-4          | ПР, У - 11    | УК-1,<br>ПК-3 |
| 6 | Катушки индуктивности в микросистемах             | 4 |   | 3 | У-1 – У3<br>МУ-4          | ПР, У - 14    | УК-1,<br>ПК-3 |

У – устный опрос; ЛР – выполнение лабораторной работы, ПР – выполнение практической работы

## 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

### 4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

| №     | Наименование лабораторной работы                                                                           | Объем, час.                                        |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1     | 2                                                                                                          | 3                                                  |
| 1     | Основы работы на лазерном анализаторе микрочастиц Ласка-Т                                                  | 8                                                  |
| 2     | Анализ распределения наночастиц магнитной жидкости на основе данных просвечивающей электронной микроскопии | 10, из них практическая подготовка обучающихся – 2 |
| 3     | Практические приемы работы на дифференциальном сканирующем калориметре                                     | 10, из них практическая подготовка обучающихся – 4 |
| Итого |                                                                                                            | 28, из них практическая подготовка обучающихся – 6 |

### 4.2.2 Практические занятия

Таблица 4.2.1 – Практические занятия

| №     | Наименование практической работы                  | Объем, час.                                        |
|-------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1     | 2                                                 | 3                                                  |
| 1     | Сенсорные компоненты МСТ                          | 8                                                  |
| 2     | Актуаторные элементы МСТ. Микромеханические ключи | 10, из них практическая подготовка обучающихся – 2 |
| 3     | Катушки индуктивности в микросистемах             | 10, из них практическая подготовка обучающихся – 2 |
| Итого |                                                   | 28, из них практическая подготовка обучающихся – 4 |

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

| № раздела (темы) | Наименование раздела (темы) дисциплины            | Срок выполнения | Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час |
|------------------|---------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------|
| 1                | 2                                                 | 3               | 4                                           |
| 1.               | Введение. Основные понятия и термины              | 1-2 неделя      | 18                                          |
| 2.               | Параметры и характеристики микросистем            | 3-4 неделя      | 18                                          |
| 3.               | Чувствительные элементы для микросистем           | 5-6 неделя      | 18                                          |
| 4.               | Сенсорные компоненты МСТ                          | 7-8 неделя      | 18                                          |
| 5.               | Актуаторные элементы МСТ. Микромеханические ключи | 9-11 неделя     | 18                                          |
| 6                | Катушки индуктивности в микросистемах             | 12-14 неделя    | 18,85                                       |
| Итого            |                                                   |                 | 108,85                                      |

### 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплины студенты могут пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры Нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников университета.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с учебным планом и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
  - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
  - методических указаний к выполнению лабораторных, практических работ и т.д.

*типографией университета:*

- посредством оказания помощи авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- посредством удовлетворения потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии. Практическая подготовка обучающихся**

Реализация программы магистратуры по модели дуального обучения и компетентностного подхода предусматривают широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования профессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

| №      | Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия) | Используемые интерактивные образовательные технологии | Объем, час. |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------|
| 1      | 2                                                                           | 3                                                     | 4           |
| 1      | Лекция «Сенсорные компоненты МСТ»                                           | Разбор конкретных ситуаций                            | 2           |
| 2      | Лекция «Катушки индуктивности в микросистемах»                              | Разбор конкретных ситуаций                            | 4           |
| Итого: |                                                                             |                                                       | 6           |

Практическая подготовка обучающихся при реализации дисциплины осуществляется путем проведения лабораторных и практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по направленности (профилю) программы магистратуры.

Практическая подготовка обучающихся при реализации дисциплины организуется в реальных производственных условиях на предприятии-заказчике. Практическая подготовка обучающихся проводится в соответствии с положением П 02.181.

## **7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

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

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

| Код и наименование компетенции                                                                                        | Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), практики, при изучении которых формируется данная компетенция |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                       | начальный                                                                                                           | основной | завершающий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1                                                                                                                     | 2                                                                                                                   | 3        | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ПК-1 Способен осуществлять пробоподготовку опытных образцов для проведения измерений параметров микро- и наноструктур | Актуальные проблемы современной нанотехнологии<br>Микро- и наносистемы в технике и технологии                       |          | Информационные технологии в микро- и наносистемах<br>Производственная преддипломная практика.<br>Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.                                                                                                                                                                      |
| ПК-3 Способен анализировать результаты измерений параметров микро- и наноструктур                                     | Микро- и наносистемы в технике и технологии                                                                         |          | Механика микро- и нанодисперсных магнитных сред<br>Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))<br>Оптоэлектроника<br>Магнитоэлектрические материалы<br>Производственная преддипломная практика<br>Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

| Код компетенции/ этап (наименование этапа по таблице 6.1) | Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за практикой) | Критерии и шкала оценивания компетенций                                      |                                                                       |                                                                           |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           |                                                                                                  | Недостаточный уровень («неудовл.»)                                           | Пороговый уровень («удовл.»)                                          | Продвинутый уровень («хорошо»)                                            | Высокий уровень («отлично»)                                                      |
| 1                                                         | 2                                                                                                | 3                                                                            | 4                                                                     | 5                                                                         | 6                                                                                |
| УК-1<br>Способен осуществлять критический анализ          | УК-1.2<br>Определяет пробелы в информации, необходимой                                           | <b>Знать:</b><br>демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для | <b>Знать:</b><br>демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 | <b>Знать:</b><br>демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для | <b>Знать:</b><br>демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для УК-1. |



|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий     | <p>для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению</p> <p>УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников</p> | УК-1. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.                                                                 | для УК-1. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.                                                                    | УК-1. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.                                                                        | Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.                                                                            |
|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                 | <b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, указанных в таблице 1.3 для УК-1.                                                                                                          | <b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для УК-1.                        | <b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для УК-1.                                                       | <b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для УК-1.                                                                                          |
|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                 | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-1, не развиты.                                                                                      | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-1, развиты на элементарном уровне.                                         | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-1, хорошо развиты.                                                   | <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для УК-1, доведены до автоматизма.                                                                                 |
| ПК-3/<br>Способен анализировать результаты измерений параметров микро- и наноструктур | <p>ПК-3.1 Осуществляет обработку и анализ АСМ, СЭМ и оптических изображений</p> <p>ПК-3.2 Проводит статистический анализ размеров с помощью</p>                                                                 | <b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-3. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить само- | <b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-3. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки. | <b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-3. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности. | <b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-3. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знани- |

|  |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                          |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | прикладно-<br>го про-<br>граммного<br>обеспе-<br>чения<br><br>ПК-3.3<br>Проводит<br>обработку<br>результатов<br>спектро-<br>скопии или<br>приборов<br>контроля<br>технологи-<br>ческих опе-<br>раций | стоятельно.                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                          | ями.                                                                                                                                                     |
|  |                                                                                                                                                                                                      | <b>Уметь:</b><br>демонстриру-<br>ет менее 60%<br>умений, уста-<br>новленных в<br>таблице 1.3<br>для ПК-3.                              | <b>Уметь:</b><br>в целом<br>сформиро-<br>ванные, но<br>вызывающие<br>затруднения<br>при само-<br>стоятельном<br>применении<br>умения, ука-<br>занные в<br>таблице 1.3<br>для ПК-3. | <b>Уметь:</b><br>сформирован-<br>ные и само-<br>стоятельно<br>применяемые<br>умения, ука-<br>занные в таб-<br>лице 1.3 для<br>ПК-3.      | <b>Уметь:</b><br>хорошо разви-<br>тые, уверенно<br>и успешно<br>применяемые<br>умения, ука-<br>занные в таб-<br>лице 1.3 для<br>ПК-3.                    |
|  |                                                                                                                                                                                                      | <b>Владеть (или<br/>Иметь опыт<br/>деятельно-<br/>сти):</b><br>навыки, ука-<br>занные в таб-<br>лице 1.3 для<br>ПК-3, не раз-<br>виты. | <b>Владеть<br/>(или Иметь<br/>опыт дея-<br/>тельно-<br/>сти):</b><br>навыки, ука-<br>занные в<br>таблице 1.3<br>для ПК-3,<br>развиты на<br>элементар-<br>ном уровне.               | <b>Владеть (или<br/>Иметь опыт<br/>деятельно-<br/>сти):</b><br>навыки, ука-<br>занные в таб-<br>лице 1.3 для<br>ПК-3, хорошо<br>развиты. | <b>Владеть (или<br/>Иметь опыт<br/>деятельно-<br/>сти):</b><br>навыки, ука-<br>занные в таб-<br>лице 1.3 для<br>ПК-3, доведе-<br>ны до автома-<br>тизма. |

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего кон-  
троля успеваемости

| №<br>п/п | Раздел (тема)<br>дисциплины                  | Код контроли-<br>руемой компе-<br>тенции (или ее<br>части) | Технология<br>формирова-<br>ния             | Оценочные<br>средства                              |               | Описание<br>шкал оце-<br>нивания |
|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------|----------------------------------|
|          |                                              |                                                            |                                             | наименова-<br>ние                                  | №№<br>заданий |                                  |
| 1        | 2                                            | 3                                                          | 4                                           | 5                                                  | 6             | 7                                |
| 1        | Введение. Ос-<br>новные понятия<br>и термины | УК-1,<br>ПК-3                                              | лекция,<br>СРС                              | Вопросы<br>для устно-<br>го опроса                 | 1-4           | Согласно<br>табл.7.2             |
| 2        | Параметры и<br>характеристики<br>микросистем | УК-1,<br>ПК-3                                              | Лекция,<br>СРС, лабо-<br>раторная<br>работа | Вопросы<br>для устно-<br>го опроса,<br>текст лабо- | 1-2           | Согласно<br>табл.7.2             |

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины                          | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Технология формирования                                | Оценочные средства                                                          |            | Описание шкал оценивания |
|-------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------|
|       |                                                   |                                               |                                                        | наименование                                                                | №№ заданий |                          |
| 1     | 2                                                 | 3                                             | 4                                                      | 5                                                                           | 6          | 7                        |
|       |                                                   |                                               |                                                        | ракторной работы                                                            |            |                          |
| 3     | Чувствительные элементы для микросистем           | УК-1, ПК-3                                    | Лекция, СРС, лабораторная работа                       | Вопросы для устного опроса, текст лабораторной работы                       | 1-5        | Согласно табл.7.2        |
| 4     | Сенсорные компоненты МСТ                          | УК-1, ПК-3                                    | Лекция, СРС, лабораторная работа, практическое занятие | Вопросы для устного опроса, текст лабораторной работы и практической работы | 1-8        | Согласно табл.7.2        |
| 5     | Актуаторные элементы МСТ. Микромеханические ключи | УК-1, ПК-3                                    | Лекция, СРС, практическое занятие                      | Вопросы для устного опроса, текст практической работы                       | 1-3        | Согласно табл.7.2        |
| 6     | Катушки индуктивности в микросистемах             | УК-1, ПК-3                                    | Лекция, СРС, практическое занятие                      | Вопросы для устного опроса, текст практической работы                       | 1-7        | Согласно табл.7.2        |

### 7.3.1 Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

а) В качестве примера устного опроса по теме №3 «Чувствительные элементы для микросистем» могут использоваться следующие:

1. Пьезорезистивные чувствительные элементы
2. Емкостные чувствительные элементы
3. Пьезоэлектрические чувствительные элементы
4. Резонансные чувствительные элементы
5. Чувствительные элементы на поверхностных акустических волнах (ПАВ)

б) Текст лабораторной работы № 2 «Анализ распределения наночастиц магнитной жидкости на основе данных просвечивающей электронной микро-

скопии» приведен в УММ по дисциплине.

в) Текст практической работы № 1 «Сенсорные компоненты МСТ» приведен в УММ по дисциплине

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

### **7.3.2 Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме экзамена. На промежуточной аттестации по дисциплине применяется механизм квалификационного экзамена. Экзамен имеет структуру квалификационного экзамена и состоит из 2 частей:

- теоретической (бланковое и компьютерное тестирование);
- практической (решение компетентностно-ориентированной задачи).

На теоретической части экзамена (тестировании) проверяются знания и частично – умения и навыки обучающихся. Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

На практической части экзамена проверяются результаты практической подготовки: *компетенции, включая умения, навыки (или опыт деятельности)*). Результаты практической подготовки (*компетенции, включая умения, навыки (или опыт деятельности)*) проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных, кейс-задач или кейсов) и различного вида конструкторов».

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

### **а) Примеры типовых заданий для теоретической части экзамена (тестирования)**

Задание в закрытой форме:

1. Создание физической реализации микросхемы происходит на этапе:
  - а) проектирования;
  - б) изготовления;
  - в) тестирования;
  - г) упаковки.

Задание в открытой форме:

1. Заполните пропуски подходящими словами или фразами.  
" Аналоговые микросхемы используются для обработки \_\_\_\_\_ сигналов."

Задание на установление правильной последовательности:

1. Расположите в правильной последовательности этапы процесса изготовления микро- и наносистем:
  - а) литография;
  - б) травление;
  - в) очистка;
  - г) осаждение;
  - д) контроль качества.

Задание на установление соответствия:

1. Установите соответствие между терминами и их определениями.

| Типы микросхем           | Описание                                                                  |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| А. Аналоговые микросхемы | 1. Микросхемы, которые используются для обработки аналоговых сигналов.    |
| Б. Цифровые микросхемы   | 2. Микросхемы, которые используются для обработки цифровых сигналов.      |
| В. Микропроцессоры       | 3. Сложные микросхемы, которые выполняют функции центрального процессора. |
| Г. Микроконтроллеры      | 4. Микросхемы, которые содержат микропроцессор и периферийные устройства. |

### **б) Примеры типовых заданий для практической части экзамена**

Компетентностно-ориентированная задача:

Вы работаете инженером-технологом на предприятии, которое занимается производством микросхем. Ваша задача — разработать и внедрить новый технологический процесс для производства микросхем, который позволит повысить их надёжность и снизить себестоимость.

Для этого вам необходимо:

- Изучить существующие технологические процессы производства микросхем.
- Определить, какие параметры влияют на надёжность и себестоимость микросхем.
- Разработать новый технологический процесс, который позволит улучшить эти параметры.
- Оценить экономическую эффективность нового технологического процесса.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;
- положение П 02.207 «Проектирование и реализация основных профессиональных программ высшего образования – программ магистратуры по модели дуального обучения»;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

| Форма контроля                               | Минимальный балл |                                    | Максимальный балл |                                           |
|----------------------------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------|
|                                              | балл             | примечание                         | балл              | примечание                                |
| 1                                            | 2                | 3                                  | 4                 | 5                                         |
| Лабораторная работа № 1<br>«Основы работы на | 3                | Выполнил,<br>но не ответил или не- | 6                 | Выполнил, правильно<br>и полно ответил на |

| Форма контроля                                                                                                                       | Минимальный балл |                                                                                         | Максимальный балл |                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                      | балл             | примечание                                                                              | балл              | примечание                                                                |
| 1                                                                                                                                    | 2                | 3                                                                                       | 4                 | 5                                                                         |
| лазерном анализаторе микрочастиц Ласка-Т»                                                                                            |                  | полно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе                               |                   | все вопросы по лабораторной работе                                        |
| Лабораторная работа № 2 «Анализ распределения наночастиц магнитной жидкости на основе данных просвечивающей электронной микроскопии» | 3                | Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе | 6                 | Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе |
| Лабораторная работа № 3 «Практические приемы работы на дифференциальном сканирующем калориметре»                                     | 3                | Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по лабораторной работе | 6                 | Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по лабораторной работе |
| Практическая работа № 1 «Сенсорные компоненты МСТ»                                                                                   | 3                | Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе | 6                 | Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе |
| Практическая работа № 2 «Актуаторные элементы МСТ. Микромеханические ключи»                                                          | 3                | Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе | 6                 | Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе |
| Практическая работа № 3 «Катушки индуктивности в микросистемах»                                                                      | 3                | Выполнил, но не ответил или неполно ответил на какой-либо вопрос по практической работе | 6                 | Выполнил, правильно и полно ответил на все вопросы по практической работе |
| СРС                                                                                                                                  | 6                |                                                                                         | 12                |                                                                           |
| Итого                                                                                                                                | 24               |                                                                                         | 48                |                                                                           |
| Посещаемость                                                                                                                         | 0                |                                                                                         | 16                |                                                                           |
| Экзамен                                                                                                                              | 0                |                                                                                         | 36                |                                                                           |
| Итого                                                                                                                                | 24               |                                                                                         | 100               |                                                                           |

Для проведения промежуточной аттестации обучающихся (теоретической части и практической части) используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ – 16 заданий (15 вопросов для тестирования и одна компетентностно-ориентированная задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов по промежуточной аттестации – 36.

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

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Нанoeлектроника: теория и практика : учебник / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. А. Уткина. - 5-е изд., электрон. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 369 с. - (Учебник для высшей школы). - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=712969> (дата обращения 04.10.2024) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

2. Технология материалов микро- и нанoeлектроники : [монография] / Л. В. Кожитов [и др.] ; Минобрнауки России, Юго-Западный государственный университет. - 2 изд., перераб. и испр. - Курск : ЮЗГУ, 2012. - 862 с. - Текст : электронный.

3. Легостаев, Н. С. Материалы электронной техники : учебное пособие / Н. С. Легостаев. - Томск : Эль Контент, 2012. - 184 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208681> (дата обращения 03.10.2024) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

5. Брандон, Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учебное пособие / пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова, с доп. О. В. Егоровой. - М. : Техносфера, 2006. - 384 с. - (Мир материалов и технологий). - Текст : непосредственный.

6. Технология конструкционных материалов : учебное пособие / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - 2-е изд. стер. - Старый Оскол : ТНТ, 2007. - 360 с. - Текст : непосредственный.

7. Иванов, Н. Б. Нанотехнологии материалов и покрытий : учебное пособие / Н. Б. Иванов, Н. А. Покалюхин. - Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019. - 236 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612342> (дата обращения 04.10.2024) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

### **8.3 Перечень методических указаний**

1. Основы работы на лазерном анализаторе микрочастиц Ласка-Т : методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Микро- и наносистемы в технике и технологии» для студентов направлений подготовки 28.04.01 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: И. А. Шабанова, А. М. Стороженко, С. С. Кошкин. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 14 с. - Текст : электронный.

2. Анализ распределения наночастиц магнитной жидкости на основе данных просвечивающей электронной микроскопии : методические указания к выполнению лабораторной работы № 2 по дисциплине «Процессы нано-



структурирования» для студентов специальностей 210600.62 и 222900.62 / Юго-Западный государственный университет, Кафедра нанотехнологий и инженерной физики ; ЮЗГУ ; сост. П. А. Ряполов. - Курск : ЮЗГУ, 2012. - 11 с. - Текст : электронный.

3. Практические приемы работы на дифференциальном сканирующем калориметре : методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Микро- и наносистемы в технике и технологии» для студентов направлений подготовки 28.04.01 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: И. А. Шабанова, А. М. Стороженко. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 13 с. - Текст : электронный.

4. Микро- и наносистемы в технике и технологии : методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: И. А. Шабанова, А. М. Стороженко. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 9 с. - Текст : электронный.

#### **8.4 Другие учебно-методические материалы**

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

- Нанотехника
- Известия Юго-Западного государственного университета
- Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии

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

1. Электронная библиотека ЮЗГУ <http://www.lib.swsu.ru/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/library>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://www.biblioclub.ru>

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

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции, лабораторные и практические занятия.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия и положения каждой новой темы; важные положения аргументируются и иллюстрируются примерами из практики; объясняется практическая значимость изучаемой темы; делаются выводы; даются рекомендации для самостоятельной работы по данной теме. На лекциях необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных вопросов. В ходе лекции студент должен конспектировать учебный ма-

териал. Конспектирование лекций – сложный вид работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это лично студентом в режиме реального времени в течение лекции. Не следует стремиться записать лекцию дословно. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем кратко записать ее. Желательно заранее оставлять в тетради пробелы, куда позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно внести дополнительные записи. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, который преподаватель дает в начале лекционного занятия. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Необходимым является глубокое освоение содержания лекции и свободное владение им, в том числе использованной в ней терминологией. Работу с конспектом лекции целесообразно проводить непосредственно после ее прослушивания, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях. Работа с конспектом лекции предполагает перечитывание конспекта, внесение в него, по необходимости, уточнений, дополнений, разъяснений и изменений. Некоторые вопросы выносятся за рамки лекций. Изучение вопросов, выносимых за рамки лекционных занятий, предполагает самостоятельное изучение студентами дополнительной литературы, указанной в п.8.2.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины продолжается на лабораторных и практических занятиях, которые обеспечивают контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному и практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. При работе с источниками и литературой необходимо:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прочитанное;
- фиксировать основное содержание прочитанного текста; формулировать устно и письменно основную идею текста; составлять план, формулировать тезисы.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю. Обязательным элементом самостоятельной работы по дисциплине является самоконтроль. Одной из важных задач обучения студентов способам и приемам самообразования является формирование у них умения самостоятельно контролировать и адекватно оценивать результаты своей учебной деятельности и на этой основе управлять процессом овладения знаниями. Овладение умениями самоконтроля приучает студентов к планированию учебного труда, способствует углублению их внимания, памяти и выступает как важный фактор развития познавательных способностей. Самоконтроль включает:

- оперативный анализ глубины и прочности собственных знаний и умений;
- критическую оценку результатов своей познавательной деятельности.

Самоконтроль учит ценить свое время, позволяет вовремя заметить и исправить свои ошибки. Формы самоконтроля могут быть следующими:

- устный пересказ текста лекции и сравнение его с содержанием конспекта лекции;
- составление плана, тезисов, формулировок ключевых положений текста по памяти;
- пересказ с опорой на иллюстрации, чертежи, схемы, таблицы, опорные положения.

Самоконтроль учебной деятельности позволяет студенту оценивать эффективность и рациональность применяемых методов и форм умственного труда, находить допускаяемые недочеты и на этой основе проводить необходимую коррекцию своей познавательной деятельности.

При подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине необходимо повторить основные теоретические положения каждой изученной темы и основные термины, самостоятельно решить несколько типовых компетентностно-ориентированных задач.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

*Информационные технологии:*

- 1 Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека. Онлайн» – <http://biblioclub.ru>

- 2 Электронная библиотека диссертаций и авторефератов РГБ –  
<http://dvs.rsl.ru>  
 3 Базы данных ВИНТИ РАН – <http://viniti.ru>

*Программное обеспечение:*

1. LabVIEW: режим доступа: свободный.
2. Gwyddion: режим доступа: свободный.
3. LibreOffice Calc: режим доступа: свободный.
4. Specwin32: режим доступа: свободный.
5. Match: режим доступа: по подписке.
6. Excel: режим доступа: свободный.

*Информационные справочные системы:*

1. Система «Гарант» <https://internet.garant.ru.>: режим доступа: по подписке.

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

Аудиторные занятия по дисциплине проводятся в учебной аудитории для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики, оснащенных стандартной учебной мебелью (столы и стулья для обучающихся; стол и стул для преподавателя; доска).

Для организации образовательного процесса применяются технические средства обучения: экран мобильный Draper Consul 60x60, проектор BenQ MX522P, ноутбук Lenovo S210 (HD).

Для осуществления практической подготовки обучающихся при реализации дисциплины используются оборудование и технические средства обучения кафедры нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики:

- лазерный анализатор микрочастиц Ласка-Т, магнитная мешалка.;
- дифференциальный сканирующий калориметр DSC823e, лабораторные весы.

–

## **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напе-

чатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

**14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

| Номер изменения | Номера страниц |            |                |       | Всего страниц | Дата | Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения |
|-----------------|----------------|------------|----------------|-------|---------------|------|----------------------------------------------------------------|
|                 | измененных     | замененных | аннулированных | новых |               |      |                                                                |
|                 |                |            |                |       |               |      |                                                                |