

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 17.02.2024

Уникальный программный ключ:

efd3ecd9bd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины**

### **«Информационные технологии в микро- и наносистемах»**

**Цель преподавания дисциплины:** формирование знаний в области обработки экспериментальных данных, полученных с помощью наноаналитических приборов, умений и навыков использования типового программного обеспечения и информационных технологий при работе с высокоточным оборудованием.

#### **Задачи изучения дисциплины:**

1. Подготовка обучающихся к решению задач профессиональной деятельности: формирование навыков работы с прикладным программным обеспечением, относящихся к профессиональной сфере.

2. Овладение базовыми профессиональными представлениями об этапах программной обработки и видах прикладного программного обеспечения для анализа изображений, полученных сканирующими зондовыми и электронными микроскопами.

3. Формирование профессиональных навыков наглядного представления и интерпретации результатов исследований и экспериментов, полученных с помощью наноаналитического оборудования.

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

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей

ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений

ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов

#### **Разделы дисциплины:**

Введение в информационные технологии микро- и наносистем. Состав, структура и виды обеспечения систем автоматизированного проектирования. Классификация проектных процедур. Стратегии проектирования технологических процессов. Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней. Математические модели на макроуровне. Математические модели на микроуровне. Системы автоматизированного проектирования для микроэлектромеханических устройств. Программное обеспечение для создания устройств, управляемых микроконтроллерами. Базовые программные пакеты для обработки данных и формирования отчетов в области нано- и микросистем

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

/ Декан факультета  
естественно-научного  
(наименование ф-та полностью)

 П.А. РЯПОЛОВ  
(подпись, инициалы, фамилия)

« 06 » 06 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Информационные технологии в микро- и наносистемах  
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии»  
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очная

*ОПОП ВО реализуется по модели дуального обучения*

Курск – 2024

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 № 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 механики, мехатроники и робототехники с представителями Регионального центра нанотехнологий (протокол № 10 от 29.05.2024 ).

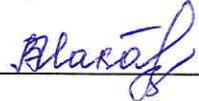
Зав. кафедрой ММиР \_\_\_\_\_  С.Ф. Яцун

Разработчик программы

к.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_  Кузько А.В.

Согласовано: на заседании кафедры нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики (протокол № 9 от 06.06.2024 ).

Зав. кафедрой НМОиПФ \_\_\_\_\_  Кузько А.Е.

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 механики, мехатроники и робототехники с представителями Регионального центра нанотехнологий (протокол № \_\_ от \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ ).

Зав. кафедрой ММиР \_\_\_\_\_  С.Ф. Яцун

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

## 1.1 Цель дисциплины

Формирование знаний в области обработки экспериментальных данных, полученных с помощью наноаналитических приборов, умений и навыков использования типового программного обеспечения и информационных технологий при работе с высокоточным оборудованием.

## 1.2 Задачи дисциплины

1. Подготовка обучающихся к решению задач профессиональной деятельности: формирование навыков работы с прикладным программным обеспечением, относящихся к профессиональной сфере.

2. Овладение базовыми профессиональными представлениями об этапах программной обработки и видах прикладного программного обеспечения для анализа изображений, полученных сканирующими зондовыми и электронными микроскопами.

3. Формирование профессиональных навыков наглядного представления и интерпретации результатов исследований и экспериментов, полученных с помощью наноаналитического оборудования.

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

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перспективные методы компьютерной обработки изображений, получаемых с помощью нанотехнологического оборудования;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать цели и задачи исследования поведения компонентов нано- и микросистемной техники при заданных внешних воздействиях;</li> </ul> <p><b>Владеть (или иметь Опыт</b></p>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			<b>деятельности):</b> - навыками применения современных методов моделирования физико-математических процессов нанотехнологии при создании компонентов нано- и микросистемной техники
		УК-1.2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	<b>Знать:</b> - возможности типовых САПР для проектирования послойного изготовления компонентов нано- и микросистемной техники;  <b>Уметь:</b> -осуществлять выбор специализированного программного обеспечения для решения сформулированных задач;  <b>Владеть (или иметь Опыт деятельности):</b> - навыками использования типовых пакетов прикладных программ для автоматизированного проектирования (CAD) компонентов нано- и микросистемной техники
		УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	<b>Знать:</b> - программные пакеты для численного моделирования при исследовании свойств компонентов нано- и микросистемной техники;  <b>Уметь:</b> - самостоятельно осваивать новые приложения для теоретического и экспериментального исследования компонентов нано- и микросистемной техники;  <b>Владеть (или иметь Опыт деятельности):</b> - навыками выбора методов и

<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>		
			средств проектирования компонентов nano- и микросистемной техники
ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей	ОПК-1.4 Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы построения физических и математических моделей</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- находить основные системно-технические решения при создании компонент nano- и микросистемной техники</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современными автоматизированными системами проектирования (CAD)</li> </ul>
ОПК-3	Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	ОПК-3.3 Анализирует затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы оптимального проектирования компонент nano- и микросистемной техники различного функционального назначения</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять типовое программное обеспечение для решения типовых задач синтеза и анализа компонент наносистемной техники</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками моделирования физико-математических процессов при создании компонент nano- и микросистемной техники</li> </ul>
ОПК-5	Способен использовать инструментальную формализацию инженерных, научно-технических задач,	ОПК-5.2 Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятель-	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные программные средства создания презентаций по научным работам</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>		
	прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	ности с учетом требований информационной безопасности	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- получать и обрабатывать необходимую для исследований научную информацию;</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками предоставления отчетов экспериментальных измерений</li> </ul>
		ОПК-5.3 Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы построения физических и математических моделей</li> <li>- методы оптимального проектирования компонент nano- и микросистемной техники различного функционального назначения</li> <li>- типовые программные продукты, ориентированные на решение задач моделирования компонентов nano- и микросистемной техники</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- находить основные системно-технические решения при создании компонент nano- и микросистемной техники</li> <li>- применять типовое программное обеспечение для решения типовых задач синтеза и анализа компонент наносистемной техники</li> <li>- осуществлять выбор оптимального способа проектирования элементов nano- и микросистемной техники</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современными автоматизированными системами проектирования (CAD)</li> </ul>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками моделирования физико-математических процессов при создании компонент нано- и микросистемной техники</li> <li>-навыками работы с типовыми программными средствами проектирования компонент</li> </ul>
ОПК-7	Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники	ОПК-7.2 Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила оформления научных публикаций</li> <li>- современные программные средства создания презентаций по научным работам</li> <li>- перспективы развития наноиндустрии, включая интеграцию со смежными областями научно-образовательной деятельности и промышленного производства;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять постановку целей и задач работы при выполнении научных исследований;</li> <li>- получать и обрабатывать необходимую для исследований научную информацию;</li> <li>- систематизировать научно-техническую и экспериментальную информацию</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализа результатов исследований</li> <li>- навыками предоставления отчетов экспериментальных измерений</li> <li>- навыками создания и представления презентаций по материалам научных исследований</li> </ul>

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

Дисциплина «Информационные технологии в микро- и наносистемах» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», реализуемой по модели дуального обучения.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Дисциплина имеет практико-ориентированный характер и изучается до прохождения обучающимися учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)), 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 зачетных единиц (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)	43,15
в том числе:	
лекции	14
лабораторные занятия	28
практические занятия	0
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	138,85
Контроль (подготовка к экзамену)	36
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АтКР)	1,15
в том числе:	
зачет	не предусмотрен
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрен
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 в информационные технологии микро- и наносистем. Состав, структура и виды обеспечения систем автоматизированного проектирования.	Проектирование технического объекта Автоматизированное проектирование Преимущества автоматизированного проектирования Система автоматизированного проектирования Автоматизированная система инжиниринга – CAE (Computer Aided Engineering)/CAD (Computer-aided design)
2	Классификация проектных процедур	Процесс проектирования Процедуры синтеза Процедуры анализа Верификация проекта. Блок- схема типового маршрута проектирования
3	Стратегии проектирования технологических процессов	Разветвленная и адаптивная стратегии. Блок-схема (области применения) Преимущества параллельных этапов в разветвленной стратегии Стратегия случайного поиска Достоинства и недостатки процесса проектирования. Оформление целесообразности разбиения процесса проектирования на частные задачи
4	Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней	Разработка математической модели. Математические модели системного уровня Разработка моделей отдельных компонентов Формирование модели системы из моделей компонентов
5	Математические модели на макроуровне	Компонентные уравнения на макроуровне Топологические уравнения на макроуровне Исходная математическая модель системы Основание для возможности анализа систем, состоящих из физически разнородных подсистем.
6	Математические модели на микроуровне	Численные методы в системах на микроуровне Метод конечных элементов Основные этапы проектирования методом конечных элементов: задание уравнений, задание геометрии модели, задание граничных условий, выбор материалов, построение сетки, решение системы уравнений, визуализация результатов (определение распределения полей искомых величин) и расчет необходимых параметров.
7	Системы автоматизированного проектирования для микроэлектромеханических устройств. Программное обеспечение для создания устройств, управляемых микроконтроллерами	Примеры коммерческих микроэлектромеханических продуктов. Системы автоматизированного проектирования основанные на методе конечных элементов и их возможности. Пример универсальных пакетов, основанных на методе конечных элементов, включающих модули для моделирования микромеханических устройств. Лидер в области проектирования микроэлектромеханических устройств CoventorWare. Arduino ID и компоненты Arduino для про-

		ектирования устройств на микроконтроллерах.
8	Базовые программные пакеты для обработки данных и формирования отчетов в области нано- и микросистем	Gwyddion - это модульная программа для визуализации и анализа данных СЗМ (сканирующая зондовая микроскопия). LibreOffice Calc –табличный процессор, входящий в состав офисного пакета LibreOffice, для интерполяции экспериментальных данных и оформления отчетов. FEMM - программа Finite Element Method Magnetics позволяет решать задачи теории электромагнитного поля методом конечных элементов.

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 в информационные технологии микро- и наносистем. Состав, структура и виды обеспечения систем автоматизированного проектирования.	2	1		У-1, У-2, МУ-1	ЛР-2	УК-1 ОПК-5
2	Классификация проектных процедур	2			У-1, У-4, У-6	Т -4	ОПК-1 ОПК-5
3	Стратегии проектирования технологических процессов	2	2		У-1 МУ-1 У-3	ЛР-6	ОПК-3 ОПК-5 ОПК-7
4	Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней	2			У-1, У-2, У-6	Т -8	УК-1 ОПК-5
5	Математические модели на макроуровне	2	3		У-1, У-2, МУ-1	ЛР-10	ОПК-1 ОПК-5 ОПК-7
6	Математические модели на микроуровне	2			У-1, У-2, У-5	Т-12	ОПК-3 ОПК-5 ОПК-7
7	Системы автоматизированного проектирования для микроэлектромеханических устройств. Программное обеспечение для создания устройств, управляемых микроконтроллерами	2	4		У-1, У-6, МУ-1	ЛР-14	ОПК-1 ОПК-5 ОПК-7
8	Базовые программные пакеты для обработки данных и формирования отчетов в области нано- и микроси-	2			У-1, У-2, У-6,	Т -16	ОПК-3 ОПК-5 ОПК-7

стем						
------	--	--	--	--	--	--

ЛР –защита лабораторной работы, Т – тест

## 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	Методы интерполяции экспериментальных данных	8
2	Работа с программой обработки данных сканирующей зондовой микроскопии Gwyddion	8
3	Моделирование физических процессов с помощью метода конечных элементов в программной среде FEMM	6
4	Использование микроконтроллера для демонстрации обратного пьезоэффекта	6
Итого		28

## 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Введение в информационные технологии микро- и наносистем. Состав, структура и виды обеспечения систем автоматизированного проектирования.	2 неделя	16
2	Классификация проектных процедур	4 неделя	18
3	Стратегии проектирования технологических процессов	5 неделя	16
4	Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней	6 неделя	17
5	Математические модели на макроуровне	8 неделя	18
6	Математические модели на микроуровне	10 неделя	18
7	Системы автоматизированного проектирования для микроэлектромеханических устройств. Программное обеспечение для создания устройств, управляемых микроконтроллерами	12 неделя	18
8	Базовые программные пакеты для обработки данных и формирования отчетов в области нано- и наносистем	14 неделя	17,85
Итого			138,85

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

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

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

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП 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;

- вопросов к экзамену;

- методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## 6 Образовательные технологии

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

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

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Лекция по теме: «САПР МЭМС устройств»	Разбор конкретных ситуаций	2
2	Лекция по теме: «Базовый программный пакет проек-	Компьютерная симуляция	2

	тирования микро- и наносистем CoventorWare» <a href="https://www.youtube.com/watch?v=zf0cPT-DDNI">https://www.youtube.com/watch?v=zf0cPT-DDNI</a>		
Итого:			8

## 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
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Психология управления коллективом Физика наносистем Организация и планирование производства	Микро- и наносистемы в технике и технологии Актуальные проблемы современной нанотехнологии	Информационные технологии в микро- и наносистемах Производственная преддипломная практика
ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей	Методы математического моделирования Физика наносистем Химия нанотехнологий	Наноматериаловедение Актуальные проблемы современной нанотехнологии	Информационные технологии в микро- и наносистемах
ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических,	Организация и планирование производства Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика	Актуальные проблемы современной нанотехнологии	Информационные технологии в микро- и наносистемах

экологических, социальных и других ограничений			
ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	Физика наносистем Методы математического моделирования	Наноматериаловедение	Информационные технологии в микро- и наносистемах Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))
ОПК-7 Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники	Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))	Наноматериаловедение Производственная практика (научно-исследовательская работа)	Информационные технологии в микро- и наносистемах

## 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	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/ завершающий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее	<b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Обу-	<b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для	<b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Обучаю-	<b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Зна-

	<p>составляющие и связи между ними</p> <p>УК-1.2 Определяет пробелы в информации, необходимой 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>	<p>чающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.</p>	<p>ПК-2. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.</p>	<p>щийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.</p>	<p>ния обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.</p>
		<p><b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ПК-2.</p>	<p><b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.</p>	<p><b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.</p>	<p><b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.</p>
		<p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, не развиты.</p>	<p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, развиты на элементарном уровне.</p>	<p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, хорошо развиты.</p>	<p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, доведены до автоматизма.</p>
ОПК-1/ завершающий	ОПК-1.4 Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	<p><b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.</p>	<p><b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.</p>	<p><b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.</p>	<p><b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.</p>
		<p><b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, уста-</p>	<p><b>Уметь:</b> в целом сформированные, но</p>	<p><b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельно приме-</p>	<p><b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно при-</p>

		новленных в таблице 1.3 для ПК-2.	вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.	няемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.	меняемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.
		<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, не развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, развиты на элементарном уровне.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, хорошо развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, доведены до автоматизма.
ОПК-3/ завершающий	ОПК-3.3 Анализирует затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков	<b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.	<b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.	<b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.	<b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.
		<b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.
		<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таб-	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таб-	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таб-	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице

		лице 1.3 для ПК-2, не развиты.	лице 1.3 для ПК-2, развиты на элементарном уровне.	лице 1.3 для ПК-2, хорошо развиты.	1.3 для ПК-2, доведены до автоматизма.
ОПК-5/ завершающий	ОПК-5.2 Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности  ОПК-5.2 Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	<b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Обучающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.	<b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Знания обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.	<b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.	<b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.
		<b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.
		<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, не развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, развиты на элементарном уровне.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, хорошо развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, доведены до автоматизма.
ОПК-7/ завершающий	ОПК-7.2 Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям,	<b>Знать:</b> демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-3. Обучающийся нуждается в постоян-	<b>Знать:</b> демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-3. Знания обучающегося	<b>Знать:</b> демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-3. Обучающийся имеет хорошие, но не	<b>Знать:</b> демонстрирует 90-100% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-3. Знания обучающегося являются

практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	янных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.	ся имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.	исчерпывающие знания; допускает неточности.	прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.
	<b>Уметь:</b> демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ПК-3.	<b>Уметь:</b> в целом сформированные, но вызывающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-3.	<b>Уметь:</b> сформированные и самостоятельно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-3.	<b>Уметь:</b> хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-3.
	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-3, не развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-3, развиты на элементарном уровне.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-3, хорошо развиты.	<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-3, доведены до автоматизма.

**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 контроля успеваемости**

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7

1.	Введение в САПР. Состав, структура и виды обеспечения САПР	УК-1 ОПК-5	лекция, лабораторная работа, СРС	отчет по лабораторной работе	1	согласно табл 7.2
2.	Классификация проектных процедур	ОПК-1 ОПК-5	лекция, СРС	БТЗ	11-20	согласно табл 7.2
3.	Стратегии проектирования технологических процессов	ОПК-3 ОПК-5 ОПК-7	лекция, лабораторная работа, СРС	отчет по лабораторной работе	2	согласно табл 7.2
4.	Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней	УК-1 ОПК-5	лекция, СРС	БТЗ	31-40	согласно табл 7.2
5.	Математические модели на макроуровне	ОПК-1 ОПК-5 ОПК-7	лекция, лабораторная работа, СРС	отчет по лабораторной работе	3	согласно табл 7.2
6.	Математические модели на микроуровне	ОПК-3 ОПК-5 ОПК-7	лекция, СРС	БТЗ	51-60	согласно табл 7.2
7.	САПР МЭМС устройств	ОПК-1 ОПК-5 ОПК-7	лекция, лабораторная работа СРС	отчет по лабораторной работе	4	согласно табл 7.2
8.	Базовый программный пакет проектирования микро- и наносистем CoventorWare. Введение в САПР CoventorWare	ОПК-3 ОПК-5 ОПК-7	лекция, СРС	БТЗ	71-80	согласно табл 7.2

БТЗ – банк вопросов и заданий в тестовой форме.

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

а) Вопросы и задания в тестовой по разделу (теме) 1 «Введение в САПР»

Задание в закрытой форме:

1. При математическом моделировании в качестве объекта моделирования выступают...

- исходные уравнения, представляющие математическую модель объекта;
- графики переходного процесса, описывающие объект по уравнениям;
- процессы, протекающие в математической модели.

Задание в открытой форме:

2. Какой параметр необходимо использовать в программе Gwyddion, чтобы алгоритмом водораздела выделить долины (впадины), а не зерна (выпуклости)?

Задание на установление правильной последовательности:

Расположите в правильной последовательности этапы первичной обработки изображения: выравнивание данных, настройка цветов, поиск и разметка зерен, статистика, распределение по максимальному ограничивающему размеру зерна. Задание на установление соответствия:

Установите соответствие между функциями и программным обеспечением:

Функция	ПО
Анализ снимков, полученных методами СЗМ и СЭМ	Gwyddion
Моделирование распределения магнитного поля вокруг соленоида	FEMM
Управление напряжением на пьезоэлектрике	Arduino IDE

б) Производственная задача по разделу (теме) № 3 «Стратегии проектирования технологических процессов»

Образцы пластмассы ВМС одного производителя обладают большей прочностью на изгиб, чем другого. Известно, что за прочностные характеристики пластмассы отвечает ее армирующий компонент (волокно), основными параметрами которого являются длина и диаметр стекловолокна. Предложите способ исследования образцов немецкой пластмассы и дайте рекомендации изготовителям, используя наноаналитическое оборудование и прикладное программное обеспечение.

в) Текст лабораторной работы по теме № 4 «Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней» приведен в УММ по дисциплине.

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

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета. На промежуточной аттестации по дисциплине применяется механизм квалификацион-

ного экзамена. Зачет имеет структуру квалификационного экзамена и состоит из 2 частей:

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

На теоретической части зачета (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 зачета (или зачета с оценкой, или 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 зачета (тестирования)**

Задание в закрытой форме:

Какую функцию не содержит модуль обработки графиков в Gwyddion?

- 1) экспорта в Excel
- 2) экспорта в растр
- 3) экспорта в текст
- 4) экспорта в PostScript

Задание в открытой форме:

Каким инструментом в Gwyddion можно получить информацию о размере отрезка между двумя точками в плоскости изображения?

Задание на установление правильной последовательности:

Расположите в правильной последовательности этапы моделирования методом конечных элементов: выбрать область физики, в которой происходит исследование (задать уравнение); задать геометрию модели; задать граничные условия и материалы; произвести расчет; визуализировать и проанализировать полученные решения с помощью градиента цвета и построения необходимых графиков.

Задание на установление соответствия:

Установите соответствие между типами программ и их названиями:

Название	Тип программы
LibreOffice Calc	Табличный редактор
FEMM	Программа для моделирования полей (например, электромагнитных или тепловых) методом конечных элементов
Agros2D	
Arduino IDE	Оболочка для программирования микроконтроллеров

#### **б) Примеры типовых заданий для практической части зачета (или зачета с оценкой, или экзамена)**

Компетентностно-ориентированная задача:

1. Для того, чтобы исключить возможность дугового разряда в пакетнике выключателя (рубильника) высоковольтного напряжения необходимо структурировать поверхность его медных частей (создать большое количество пиков). Одним из способов структурирования является травление поверхности серной кислотой. Предложите способ исследования образцов травленной меди, для которых различно время взаимодействия меди с серной кислотой до ее смывания водой, используя наноналитическое оборудование и прикладное программное обеспечение.

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
Лабораторная работа № 1 (Работа с программой обработки данных сканирующей зондовой микроскопии Gwyddion)	1	Выполнил, но «не защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Контрольное тестирование №1 (Классификация проектных процедур)	1	Выполнил на 50-70 баллов	2	Выполнил на 70-100 баллов
Лабораторная работа № 2 (Определение размеров объектов на изображении, полученным с помощью сканирующей электронной микроскопии)	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Контрольное тестирование №2 (Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней)	1	Выполнил на 50-70 баллов	2	Выполнил на 70-100 баллов
Лабораторная работа № 3 (Топологическое проектирование полевого транзистора на графене в редакторе LayoutEditor)	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Контрольное тестирование №3 (Математические модели на макроуровне)	1	Выполнил на 50-70 баллов	2	Выполнил на 70-100 баллов
Лабораторная работа № 4 (Моделирование с помощью метода конечных элементов ксилофонного стержневого магнитометра в ONELAB)	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Контрольное тестирование №4 (Базовый программный пакет проектирования микро- и наносистем CoventorWare. Введение в САПР CoventorWare)	1	Выполнил на 50-70 баллов	2	Выполнил на 70-100 баллов

Контрольное тестирование №5 (Основные компоненты САПР CoventorWare)	1	Выполнил на 50-70 баллов	2	Выполнил на 70-100 баллов
СРС	12		24	
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Зачет	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. Матюшкин, Игорь Валерьевич. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур : монография / И. Матюшкин. - Москва : Техносфера, 2011. - 186 с. - (Мир программирования). - 1000 экз. - Текст : электронный.

2. Истягина, Е. Б. Математическое моделирование : учебное пособие / Е. Б. Истягина, А. А. Пьяных, Т. А. Пьяных. - Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2022. - 124 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=705697> (дата обращения 28.12.2024) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

3. Данилов, Н. Н. Математическое моделирование : учебное пособие / Н. Н. Данилов. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - 98 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278827> (дата обращения 28.12.2024) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

4. Ли, К. **Основы САПР (CAD/CAM/CAE)** / К. Ли. - СПб. : Питер, 2004. - 560 с. : ил. - Текст : непосредственный.

5. Олегин, И. П. Введение в численные методы : учебное пособие / И. П. Олегин, Д. А. Красноруцки. - Новосибирск : Новосибирский государственный техниче-

ский университет, 2018. - 115 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576444> (дата обращения 27.04.2024) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

6. Формалев, В. Ф. Численные методы : учебник / В. Ф. Формалев, Д. Ревизионов. - Москва : Физматлит, 2006. - 399 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69333> (дата обращения 28.12.2024) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

### **8.3 Перечень методических указаний**

1. Информационные технологии микро- и наносистем : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. А. В. Кузько. - Курск : ЮЗГУ, 2021. - 57 с. : ил. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

2. Информационные технологии микро- и наносистем : методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. А. В. Кузько. - Курск : ЮЗГУ, 2021. - 12 с. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

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

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

Известия высших учебных заведений. Физика

Физика металлов и металловедение

Измерительная техника

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

1. <http://thesaurus.rusnano.com> - Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов.

2. <http://biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».

3. <https://phys.org/> - новости науки, исследований и технологий (press release on-line).

4. <http://www.coventor.com> - Coventor - программная платформа для автоматизации производства сложных полупроводников и микроэлектромеханических систем (MEMS).

5. <https://www.arduino.cc/> - свободная программная среда Arduino IDE для разработки программного обеспечения и загрузки в плату микроконтроллера

6. <http://gwyddion.net/> - Gwyddion - это модульная программа для визуализации и анализа данных СЗМ (сканирующей зондовой микроскопии), ее можно использовать для обработки любых изображений (в оттенках серого).

7. <https://www.libreoffice.org/discover/calc/> - Calc - это бесплатная программа для работы с электронными таблицами.

8. <https://www.femm.info/wiki/HomePage> - FEMM - это программный пакет на базе метода конечных элементов для решения двумерных плоских и осесимметричных задач магнитостатики и электростатики.

## **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 материал. 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 или практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и мате-

риалов, 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 допускаемые 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)**

Программное обеспечение:

Официальное наименование программного продукта: LibreOffice (Бесплатная, GNU General Public License). Режим доступа свободный

Официальное наименование программного продукта: Gwyddion - программа для визуализации и анализа данных сканирующей зондовой микроскопии, предназначена для анализа высот, полученных методами сканирующей зондовой микроскопии (AFM, MFM, STM, SNOM/NSOM), и поддерживает множество форматов данных, полученных методами микроскопии (SPM). Режим доступа: свободный

Официальное наименование программного продукта: FEMM (Finite Element Method Magnetics) – программное обеспечение для решения низкочастотных электромагнитных двухмерных и осесимметричных задач. Режим доступа свободный.

Официальное наименование программного продукта: Arduino EDI – интегрированная среда разработки, предназначенная для создания и загрузки программ на Arduino-совместимые платы, а также на платы других производителей. Режим доступа свободный.

## **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 нанотехнологии, микроэлектроники, общей и прикладной физики, оснащенных стандартной учебной мебелью (столы и стулья для обучающихся; стол и стул для преподавателя; доска).

В образовательном процессе используется следующее лабораторное оборудование: оснащенный компьютерный класс.

Для организации образовательного процесса применяются технические средства обучения: экран мобильный Draper Consul 60x60" 152x152 (3146,40), проектор BenQ MX522P, мобильный ПК ACER"Aspire 5720-102G16Mi (32032), демонстрационный комплект (неттоп ROMBICA Blacrdird I3HX 121850 Intel Core i 312110, телевизор Hyundai HLED65BU7006 4K Ultra HD).

## **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, напечатанные 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			