

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 05.09.2023 23:01:19

Уникальный программный ключ:

efd3ecd9d183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

Аннотация к рабочей программе дисциплины

«Информационные технологии микро- и наносистем»

Цели преподавания дисциплины: приобретение знаний в области теоретических основ для использования компьютерных технологий в сфере моделирования процессов нанотехнологии; совершенствование навыков работы с современным программным обеспечением, необходимым для эффективного решения задач в материаловедческой практике; овладение методами и приёмами математического и компьютерного моделирования свойств наносистем и процессов нанотехнологии, включающего построение и анализ математической модели, разработку вычислительных алгоритмов и программного обеспечения для компьютерной реализации модели, проведение вычислительного эксперимента, применительно к исследованию нанообъектов и связанных с ними процессов и явлений.

Задачи изучения дисциплины: ознакомление с возможностями современных систем компьютерного моделирования и овладение навыками работы в этих системах; получение знаний о видах вычислительных алгоритмов, способах их записи. Использование знаний основных численных методов при решении научно-технических задач в области нанотехнологии; изучение основных методов компьютерного моделирования нанотехнологий, включающих построение и анализ математической модели, разработку вычислительных алгоритмов и программного обеспечения для компьютерной реализации модели, проведение вычислительного эксперимента, применительно к исследованию нанообъектов и связанных с ними процессов и явлений.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- 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 (ОПК-5.3);
- составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями (ОПК-7.2).

Разделы дисциплины:

Множества Жюлиа и Мандельброта. Детерминистические фракталы. Диффузионно-лимитируемая агрегация. Имитация роста шероховатых

поверхностей. Случайная последовательная адсорбция. Аномальная диффузия и диффузия в неупорядоченных средах. Задача коммивояжера.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ


Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

естественно-научного

(наименование ф-та полностью)

 П.А. РЯПОЛОВ

(подпись, инициалы, фамилия)

« 31 » 08 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Информационные технологии микро- и наносистем

(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

(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки (специальности) 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» марта 2019г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии» на заседании кафедры нанотехнологий, общей и прикладной физики № 1 «31» 08 2019 г. _____
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Кузько А.Е.

Разработчик программы

к.ф.-м.н., доцент _____ Кузько А.В.

(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Согласовано: на заседании кафедры заседании кафедры нанотехнологий, общей и прикладной физики № « » 20 г.

Зав. кафедрой _____ Кузько А.Е.

(название кафедры, дата, номер протокола, подпись заведующего кафедрой; согласование производится с кафедрами, чьи дисциплины основываются на данной дисциплине, а также при необходимости руководителями других структурных подразделений)

Директор научной библиотеки _____ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета протокол № 4 «29» 03 2019 г., на заседании кафедры НМО и ПФ 31.08.2020 №1 .
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Кузько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета протокол № 4 «25» 02 2019 г., на заседании кафедры НМО и ПФ 31.08.2021 №1 .
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Кузько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета протокол № 6 «26» 02 2021 г., на заседании кафедры НМО и ПФ №1 от 31.08.2022 .
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Кузько А.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № 4 «28» 02 2022 г. на заседании кафедры НМОиГФ от 31.08.2023

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____



Керзено А.В.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № « » _____ 20 г. на заседании кафедры _____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № « » _____ 20 г. на заседании кафедры _____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № « » _____ 20 г. на заседании кафедры _____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Нанотехнологии», одобренного Ученым советом университета (протокол № « » _____ 20 г. на заседании кафедры _____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

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 разработки изделий микро- и наносистем методом автоматизированного проектирования, включая системный, функциональный, конструкторский и технологический этапы.

1.2 Задачи дисциплины

- знать передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения в области систем аппаратного проектирования устройств микро- и наноэлектроники;
- уметь оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов численного моделирования;
- предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области проектирования устройств электроники и наноэлектроники;
- владеть современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами при проектировании устройств микро- и наноэлектроники.

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

<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>		
ОПК-5	Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	ОПК-5.2 Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	Знать: - перспективные методы компьютерной обработки изображений, получаемых с помощью нанотехнологического оборудования; - возможности типовых САПР для проектирования послойного изготовления компонентов нано- и микросистемной техники; - программные пакеты для численного моделирования при исследовании свойств компонентов нано- и микросистемной

<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 до- стижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<p>техники;</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать цели и задачи исследования поведения компонентов нано- и микросистемной техники при заданных внешних воздействиях; -осуществлять выбор специализированного программного обеспечения для решения сформулированных задач; - самостоятельно осваивать новые приложения для теоретического и экспериментального исследования компонентов нано- и микросистемной техники; <p>Владеть (или иметь Опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения современных методов моделирования физико-математических процессов нанотехнологии при создании компонентов нано- и микросистемной техники - навыками использования типовых пакетов прикладных программ для автоматизированного проектирования (CAD) компонентов нано- и микросистемной техники - навыками выбора методов и средств проектирования компонентов нано- и микросистемной техники
		<p>ОПК-5.3 Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -принципы построения физических и математических моделей - методы оптимального проектирования компонент нано- и микросистемной техники различного функционального назначения - типовые программные продук-

<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 до- стижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<p>ты, ориентированные на решение задач моделирования компонентов нано- и микросистемной техники</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить основные системно-технические решения при создании компонент нано- и микросистемной техники - применять типовое программное обеспечение для решения типовых задач синтеза и анализа компонент наносистемной техники -осуществлять выбор оптимального способа проектирования элементов нано- и микросистемной техники <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с современными автоматизированными системами проектирования (CAD) - навыками моделирования физико-математических процессов при создании компонент нано- и микросистемной техники -навыками работы с типовыми программными средствами проектирования компонент
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>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила оформления научных публикаций - современные программные средства создания презентаций по научным работам - перспективы развития наноиндустрии, включая интеграцию со смежными областями научно-образовательной деятельности и промышленного производства; <p>Уметь:</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		
			<ul style="list-style-type: none"> - осуществлять постановку целей и задач работы при выполнении научных исследований; - получать и обрабатывать необходимую для исследований научную информацию; - систематизировать научно-техническую и экспериментальную информацию <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа результатов исследований - навыками предоставления отчетов экспериментальных измерений - навыками создания и представления презентаций по материалам научных исследований

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Информационные технологии микро- и наносистем» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры (бакалавриата, специалитета) 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль, специализация) «Нанотехнологии». Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

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)	37,15
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	18
практические занятия	0
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	151,85
Контроль (подготовка к экзамену)	27
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
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 стра-

		тегии 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 микроэлектромеханических устройств. Лидер в области проектирования микроэлектромеханических устройств CoventorWare. Arduino ID и компоненты Arduino для проектирования 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	2	1		У-1, У-2,	ЛР-2	ОПК-5

	наносистем. Состав, структура и виды обеспечения систем автоматизированного проектирования.				МУ-1		
2	Классификация проектных процедур	2			У-1, У-4, У-8	Т -4	ОПК-5
3	Стратегии проектирования технологических процессов	2	2		У-1 МУ-1 У-3	ЛР-6	ОПК-5 ОПК-7
4	Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней	2			У-1, У-2, У-10	Т -8	ОПК-5
5	Математические модели на макроуровне	2	3		У-1, У-2, У-9, МУ-1	ЛР-10	ОПК-5 ОПК-7
6	Математические модели на микроуровне	2			У-1, У-2, У-5	Т-12	ОПК-5 ОПК-7
7	Системы автоматизированного проектирования для микроэлектромеханических устройств. Программное обеспечение для создания устройств, управляемых микроконтроллерами	2	4		У-1, У-7, МУ-1	ЛР-14	ОПК-5 ОПК-7
8	Базовые программные пакеты для обработки данных и формирования отчетов в области нано- и микросистем	2			У-1, У-2, У-6, У-11	Т -16	ОПК-5 ОПК-7

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	Работа с программой обработки данных сканирующей зондовой микроскопии Gwyddion	6
2	Методы интерполяции экспериментальных данных	4
3	Моделирование физических процессов с помощью метода конечных элементов в программной среде FEMM	4
4	Использование микроконтроллера для демонстрации обратного пьезоэффекта	4
Итого		18

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	6 неделя	20
4	Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней	8 неделя	20
5	Математические модели на макроуровне	10 неделя	20
6	Математические модели на микроуровне	12 неделя	20
7	Системы автоматизированного проектирования для микроэлектромеханических устройств. Программное обеспечение для создания устройств, управляемых микроконтроллерами	14 неделя	20
8	Базовые программные пакеты для обработки данных и формирования отчетов в области нано- и микросистем	16 неделя	17,85
Итого			151,85

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 проектирования микро- и наносистем CoventorWare» https://www.youtube.com/watch?v=zf0cPT-DDNI	Компьютерная симуляция	2
Итого			4

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

Код и наименование компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4

ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	Методы математического моделирования	Информационные технологии микро- и наносистем
	Информационные технологии микро- и наносистем	
ОПК-7 Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микро-системной техники	Информационные технологии микро- и наносистем	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика

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

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК-5/ начальный, основной, завершающий	ОПК-5.2 Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	Знать: - перспективные методы компьютерной обработки изображений, получаемых с помощью нанотехнологического оборудования; Уметь: - формулировать цели и задачи исследования поведения компонентов нано- и микросистемной техники при заданных	Знать: - перспективные методы компьютерной обработки изображений, получаемых с помощью нанотехнологического оборудования; - возможности типовых САПР для проектирования послойного изготовления компонентов нано- и микросистемной техники;	Знать: - перспективные методы компьютерной обработки изображений, получаемых с помощью нанотехнологического оборудования; - возможности типовых САПР для проектирования послойного изготовления компонентов нано- и микросистемной техники; - программные па-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>внешних воздействиях;</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения современных методов моделирования физико-математических процессов нанотехнологии при создании компонентов нано- и микросистемной техники. <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы построения физических и математических моделей <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить основные системотехнические решения при создании компонент нано- и микросистемной техники <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с современными автоматизированными системами 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать цели и задачи исследования поведения компонентов нано- и микросистемной техники при заданных внешних воздействиях; - осуществлять выбор специализированного программного обеспечения для решения сформулированных задач; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения современных методов моделирования физико-математических процессов нанотехнологии при создании компонентов нано- и микросистемной техники; - навыками использования типовых пакетов прикладных программ для автоматизированного проектирования (CAD) компонентов нано- 	<p>методы для численного моделирования при исследовании свойств компонентов нано- и микросистемной техники;</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать цели и задачи исследования поведения компонентов нано- и микросистемной техники при заданных внешних воздействиях; - осуществлять выбор специализированного программного обеспечения для решения сформулированных задач; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения современных методов моделирования физико-математических процессов нанотехнологии при создании компонентов нано- и микросистемной техники - навыками ис-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	ОПК-5.3 Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	проектирования (CAD)	и микросистемной техники. Знать: -принципы построения физических и математических моделей - методы оптимального проектирования компонент nano- и микросистемной техники различного функционального назначения Уметь: - находить основные системотехнические решения при создании компонент nano- и микросистемной техники - применять типовое программное обеспечение для решения типовых задач синтеза и анализа компонент наносистемной техники Владеть (или Иметь опыт деятельности): - навыками работы с современными автоматизирован-	пользования типовых пакетов прикладных программ для автоматизированного проектирования (CAD) компонентов nano- и микросистемной техники - навыками выбора методов и средств проектирования компонентов nano- и микросистемной техники Знать: -принципы построения физических и математических моделей - методы оптимального проектирования компонент nano- и микросистемной техники различного функционального назначения - типовые программные продукты, ориентированные на решение задач моделирования компонентов nano- и микросистемной техники Уметь: - находить основ-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
			<p>ными системами проектирования (CAD)</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками моделирования физико-математических процессов при создании компонент nano- и микросистемной техники 	<p>ные системотехнические решения при создании компонент nano- и микросистемной техники</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять типовое программное обеспечение для решения типовых задач синтеза и анализа компонент наносистемной техники -осуществлять выбор оптимального способа проектирования элементов nano- и микросистемной техники <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с современными автоматизированными системами проектирования (CAD) - навыками моделирования физико-математических процессов при создании компонент nano- и микросистемной техники -навыками работы с типовыми программными сред-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
				ствами проектирования компонент nano- и микросистемной техники различного функционального назначения
ОПК-7/ начальный, основной	ОПК-7.2 Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила оформления научных публикаций <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять постановку целей и задач работы при выполнении научных исследований; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа результатов исследований 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила оформления научных публикаций - современные программные средства создания презентаций по научным работам <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять постановку целей и задач работы при выполнении научных исследований; - получать и обрабатывать необходимую для исследований научную информацию; <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа результатов исследований - навыками представления отчетов экспериментальных измерений 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила оформления научных публикаций - современные программные средства создания презентаций по научным работам - перспективы развития нанотехнологий, включая интеграцию со смежными областями научно-образовательной деятельности и промышленного производства; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять постановку целей и задач работы при выполнении научных исследований; - получать и обрабатывать необходимую для исследований научную информацию; - систематизировать научно-

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
				техническую и экспериментальную информацию Владеть (или Иметь опыт деятельности): - навыками анализа результатов исследований - навыками представления отчетов экспериментальных измерений - навыками создания и представления презентаций по материалам научных исследований

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	ОПК-5	лекция, лабораторная работа, СРС	отчет по лабораторной работе	1	согласно табл 7.2
2.	Классификация проектных процедур	ОПК-5	лекция, СРС	БТЗ	11-20	согласно табл 7.2
3.	Стратегии проектирования технологических процессов	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	ОПК-5	лекция, СРС	БТЗ	31-40	согласно табл 7.2
5.	Математические модели на макроуровне	ОПК-5 ОПК-7	лекция, лабораторная работа, СРС	отчет по лабораторной работе	3	согласно табл 7.2
6.	Математические модели на микроуровне	ОПК-5 ОПК-7	лекция, СРС	БТЗ	51-60	согласно табл 7.2
7.	САПР МЭМС устройств	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-5 ОПК-7	лекция, СРС	БТЗ	71-80	согласно табл 7.2
9.	Основные компоненты САПР CoventorWare	ОПК-5	лекция, СРС	БТЗ	81-100	согласно табл 7.2

БТЗ – банк вопросов и заданий в тестовой форме.

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы в тестовой форме по разделу (теме) 1 «Введение в САПР»

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.

2. Что осуществляется на этапе экспериментирования?
 - процесс имитации с получением необходимых данных.
 - построение выводов по данным, полученным путем имитации;
 - практическое применение модели и результатов моделирования;

Примеры вопросов к лабораторным работам

Вопросы в открытой форме по разделу (теме) 1 «Введение в САПР»

1. Приведите примеры свойств зерен, которые позволяет рассчитать Инструмент измерения зерен.
 2. Почему средний размер зерен, полученный с помощью функции Статистика, может не совпадать со средним размером зерен, полученным с помощью функции Распределения?
 3. Какой параметр необходимо использовать, чтобы алгоритмом водораздела выделить долины (впадины), а не зерна (выпуклости)?
 4. Каким инструментом можно получить информацию о размере отрезка между двумя точками в плоскости изображения?
 5. Каким инструментом можно контролировать отображение значений данных на шкалу цвета?
 6. Каким инструментом можно получить рельеф поверхности вдоль линий нарисованных и настроенных с помощью мыши на изображении в виде графиков?
 7. Каким инструментом необходимо воспользоваться, чтобы получить информацию о конкретном интересующем зерне?
 8. Какой операцией модуля обработки графиков нужно воспользоваться, чтобы аппроксимировать профиль зерна полиномом второго порядка?
- Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в виде бланкового и/или компьютерного тестирования.

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.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) 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.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

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

Где расположено окно трёхмерного отображения данных в Gwyddion?

- 1) В ряду кнопок Вид главного окна
- 2) В ряду кнопок Инструменты главного окна
- 3) В ряду кнопок Обработка данных главного окна
- 4) В ряду кнопок График главного окна

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.

Компетентностно-ориентированная задача:

1. Инженеру технологу необходимо получить наиболее гладкое медное покрытие определенной толщины с помощью магнетронного напыления. Он может менять режимы работы магнетрона (время экспозиции и мощность). Предложите инженеру-технологу способ исследования и оценки гладкости поверхности, используя наноаналитическое оборудование и прикладное программное обеспечение. (Примечание: используйте ГОСТ 25142-82).

2. 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 наноаналитическое 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 02.016–2018 О бально-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете бально-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 промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна 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 за тестирование – 36 баллов.

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

8.1 Основная учебная литература

1. Матюшкин И. В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур [Электронный ресурс]: монография / И. Матюшкин. - Москва : Техносфера, 2011. - 186 с.
2. Трубочкина Н. К. Моделирование 3D-наносхемотехники [Текст]: учебное издание / Н. К. Трубочкина. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 499 с.

8.2 Дополнительная учебная литература

3. Басов К. А. ANSYS в примерах и задачах [Текст]. - М.: Компьютер Пресс, 2002. - 224 с.
4. Бреббия К. Методы граничных элементов [Текст] / К. Бреббия, Ж. Телес, Л. Врубел. - М.: Мир, 1987. - 348 с.
5. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы [Текст]. - М.: Мир, 1984. - 428 с.
6. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) [Текст]. - СПб.: Питер, 2004. - 560 с.
7. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования [Текст]. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 188 с. // Режим доступа - <http://window.edu.ru/resource/981/23981/files/cad.pdf>
8. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела [Текст] : учебное пособие / Ю. Н. Работнов. - 2-е испр. изд. - М. : Наука, 1988. - 711 с.
9. Самарский А. А. Введение в численные методы [Текст] : учебное пособие для вузов / А. А. Самарский. - Москва : Наука, 1982. - 271 с.
10. Формалев, В. Ф. Численные методы [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ф. Формалев, Д. Л. Ревизников. - М. : Физматлит, 2006. - 399 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69333>.
11. Левицкий, А. А. Проектирование микросистем. Программные средства обеспечения САПР [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Левицкий, П. С. Маринушкин. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. - 156 с. // Режим доступа <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229317>

8.3 Перечень методических указаний

1. Информационные технологии микро- и наносистем [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направле-

ния подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В. Кузько. – Электрон. текстовые дан. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – 57 с.

2. Информационные технологии микро- и наносистем [Электронный ресурс]: методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.В. Кузько. – Электрон. текстовые дан. – Курск: ЮЗГУ, 2021. - 12 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:
Нанотехнологии: наука и производство

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

1. <http://www.rusnanonet.ru/> - Российская национальная нанотехнологическая сеть.
2. <http://www.nanometer.ru/> -сайт "Нанометр"
3. <http://www.rusnano.com/> - Группа РОСНАНО
4. <http://thesaurus.rusnano.com/> - Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов.
5. <http://biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
6. <https://phys.org/> - новости науки, исследований и технологий (press release on-line).
7. <http://www.consultant.ru> - Официальный сайт компании «Консультант Плюс».
8. <http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам.
9. <http://www.coventor.com> - Coventor - программная платформа для автоматизации производства сложных полупроводников и микроэлектромеханических систем (MEMS).
10. <https://www.arduino.cc/> - свободная программная среда Arduino IDE для разработки программного обеспечения и загрузки в плату макроконтроллера
11. <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).
12. <https://www.libreoffice.org/discover/calc/> -Calc - это бесплатная программа для работы с электронными таблицами.
13. <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 «Информационные технологии микро- и наносистем» являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, 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 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.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступают на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Информационные технологии микро- и наносистем»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, отработку студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

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 рас-

пределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Информационные технологии микро- и наносистем» с целью освоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Информационные технологии микро- и наносистем» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

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

Libreoffice операционная система Windows

Антивирус Касперского (или ESETNOD)

LayoutEditor - программное обеспечение для проектирования и редактирования топологии

МЭМС и ИС (свободно распр. ПО)

Gwyddion - это модульная программа для визуализации и анализа данных сканирующей зондовой микроскопии (свободно распр. ПО).

ONELAB - программное обеспечение для численного моделирования (МКЭ) (свободно распр. ПО).

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

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и компьютерный класс, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. ОС5121 Проектор мультимедийный с экраном inFocus in2102 с экраном Braun Photo Technik Standart 155x155 см (в комплекте с кабелем VGA 5м и переходником). Мобильный ПК ACER"Aspire 5720-102G16Mi (32032). Персональные компьютеры ПК S1155 Intel i3 (IntelRH67/i3-2130 3/40GHz/DDR III-4Gb/HDD SATA III 320Gb/DVD+R/RW/450Вт/клавиатура, мышь/23"LCD Samsung B2330(ZKFV)), год выпуска 2011, 15 шт.

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. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). 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, прочитать 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			
1	—	23, 24	—	—	2	19.01.21	протокол № 8 заседания кафедр. метод. ПКФ 