Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Алексеевич
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 07.09.2026 11:58:22
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd183f7649d0e3a33c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Датчики физических измерений в микро- и наноэлектронном исполнении»

Цель преподавания дисциплины: формирование знаний в области методов формирования и физических принципов функционирования компонентов микро- и наносистемной техники.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение базовых структур и компонентов, а также принципов их функционирования,

- приобретение знаний по видам нагрузок, эффекту масштабирования, электромеханическим преобразователям, конструкции и технологии элементов “поверхностной” и “объемной” микромеханики, микромеханическим, термоэлектрическим, оптическим сенсорам, химическим и биологическим сенсорам, микроакселерометрам и микрогироскопам, актюаторам, микромеханическим приводам движения, аналитическим микро- и наносистемам, методам проектирования нано- и микросистем.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- оценивает по критериям эффективности и безопасности технические решения по технологии и применению материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ОПК-5.2);

- использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ОПК-6.1).

Разделы дисциплины:

Введение в нано и микросистемную технику (методы получения и анализа свойств наноматериалов). Физические и технологические основы датчиков и сенсоров. Датчики на основе металлических наночастиц. Датчики на основе квантовых точек. Датчики на основе нанопроводов. Датчики на основе углеродных нанотрубок. Датчики на основе наноструктуры из оксидов металлов. Массивы наносенсоров. Перспективы сенсоров на основе наноматериалов.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
естественно – научного
(наименование ф-та полностью)
П.А. Ряполов
(подпись, инициалы, фамилия)
«31» 08 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Датчики физических измерений в микро- и наноэлектронном исполнении

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль) «Микро- и наносистемы»
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» 03. 2019 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы» на заседании кафедры нанотехнологий, общей и прикладной физики протокол № 1 «31» 08. 2019 г.

Зав. кафедрой _____ А.Е. Кузько
Разработчик программы
к.ф.-м.н., доцент _____ П. А. Ряполов

Согласовано:

/ Директор научной библиотеки _____ В.Г. Макаровская

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» 03 20 19 г. на заседании кафедры
НТО 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 плана ОПОП ВО 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «25» 02 2020 г. на заседании кафедры
НМО и ПФ 31.08.2021г №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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «25» 06 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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «28» 02 2022 г. на заседании кафедры НМОиПФ, протокол №1 от 31.08.2023г

(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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «27» 02 2023 г. на заседании кафедры НМОиПФ, №1 от 31.08.2023г

(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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «27» 03 2024 г. на заседании кафедры НМОиПФ, №1 от 30.08.2025г

(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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 8 «24» 02 2026 г. на заседании кафедры НМОиПФ №1 от 31.08.2026

(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 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы», 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

Целью преподавания учебной дисциплины «Датчики физических измерений в микро- и наноэлектронном исполнении» является формирование знаний в области методов формирования и физических принципов функционирования компонентов микро- и наносистемной техники.

1.2 Задачи дисциплины

- изучение базовых структур и компонентов, а также принципов их функционирования,
- приобретение знаний по видам нагрузок, эффекту масштабирования, электромеханическим преобразователям, конструкции и технологии элементов “поверхностной” и “объемной” микромеханики, микромеханическим, термоэлектрическим, оптическим сенсорам, химическим и биологическим сенсорам, микроакселерометрам и микрогироскопам, актюаторам, микромеханическим приводам движения, аналитическим микро- и наносистемам, методам проектирования нано- и микросистем.

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

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

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*		
ОПК-5	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологи	ОПК-5.2 Оценивает по критериям эффективности и безопасности технические решения по технологии и применению материалов и компонентов нано- и микросистемной	***Знать:*** основные технические решения, технологию производства и варианты применения датчиков в микро и нано исполнении ***Уметь:*** проводить оценку и сопоставление различных технических решений в области датчиков в микро и нано исполнении с учетом критериев эффективности и безопасности

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*		
		техники	***Владеть*** навыками выбора оптимального технического решения, обоснования данного решения путем подготовки необходимой документации
ОПК-6	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил	ОПК-6.1 Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	***Знать:*** Основную техническую и справочную литературу, нормативные документы, необходимые при выполнении исследовательской работы в области датчиков в микро и нано исполнении ***Уметь:*** Использовать современные поисковые системы, и ресурсы в области технической, нормативной научной и патентной документации ***Владеть*** навыками обработки информации и использования полученных результатов в области датчиков в микро и нано исполнении

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Датчики физических измерений в микро- и наноэлектронном исполнении» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули») основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, направленность (профиль) «Микро- и наносистемы». 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 5 зачетных единиц (з.е.), 180 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	56,65
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	18
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	96,35
Контроль (подготовка к экзамену)	27
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	2,65
в том числе:	
зачет	не предусмотрен
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	1,5
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	Введение в нано и микросистемную технику (методы получения и анализа свойств наноматериалов)	Определение нанотехнологий; Основные особенности наноматериалов; типы наноструктур (0D, 1D и 2D структур); нанокомпозиты и основные химические, физические, электрические, оптические свойства наноматериалов. Методы, характеризующие наноматериалы: атомно-силовая микроскопия (АСМ), сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), просвечивающей электронная микроскопия (ПЭМ) и спектрометрия на основе методов анализа поверхности. Изготовление датчиков по методам: «снизу вверх» и «сверху вниз»; самосборка наноструктур; примеры применения
2	Физические и технологические основы датчиков и сенсоров	Определение датчика; Основные элементы датчиков; Сходства между живыми организмами и искусственными датчиками; рабочий механизм физического ощущения (зрение, слух, и чувство) и химической сенсации (обоняние и осязание); параметры, используемые для характеристики эффективности датчиков: точность, чувствительность, предел обнаружения, динамический диапазон, селективность, линейность, разрешение, время отклика, гистерезис.

3	Датчики на основе металлических наночастиц	Определение наночастиц; особенности наночастиц; производство наночастиц путем физического подхода (лазерной абляции) и химических подходов (метод Брюста–Шифрина и т.д.)
4	Датчики на основе квантовых точек	Определение квантовой точки; методы изготовления квантовых точек; макроскопические и микроскопические измерения фотолюминесценция; применение квантовых точек в качестве мультимодальных контрастных агентов в био индикации; применение квантовых точек в качестве биосенсоров
5	Датчики на основе нанопроводов	Определение нанопроводов; особенности нанопроводов; изготовление индивидуальных нанопроволок методом «снизу вверх» «сверху вниз»; изготовление массивов нанопроволок (жидкостный канал, контактная печать, напыление и т.д.).
6	Датчики на основе углеродных нанотрубок	Особенности углеродных нанотрубок; синтез углеродных нанотрубок; изготовление и принципы работы сенсоров на основе индивидуальных углеродных нанотрубок; изготовление и принципы работы датчиков на основе массива углеродных нанотрубок.
7	Датчики на основе наноструктуры из оксидов металлов	Синтез оксида металла конструкций сухим и мокрым способами; типы датчиков газа на основе оксидов металла (0D, 1D, и 2D); химия дефектов датчиков на основе оксидов металлов; механизм чувствительности датчиков на основе оксидов металлов; пористые металл-оксидные структуры для улучшения чувствительности
8	Массивы наносенсоров	Принцип работы сенсоров на основе полимерных наноструктур; механизм зондирования и применения наноматериалов на основе хеморезисторов и полевых транзисторов из полимеров
9	Перспективы сенсоров на основе наноматериалов	Датчики для имитации человеческих чувств с помощью нанотехнологий и наносенсоров: электронная кожа на основе нанотехнологий.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее 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	Введение в нано и микросистемную технику (методы получения и анализа свойств наноматериалов)	2	1	1	У1-У2, МУ1-МУ3	Т4	ОПК-5.2; ОПК-6.1
2	Физические и технологические основы датчиков и сенсоров	2	2,3	2	У1-У2, МУ1-МУ3	С5, Т6	ОПК-5.2; ОПК-6.1
3	Датчики на основе	2	4	3	У1-У2, МУ1-МУ3	Т8	ОПК-5.2; ОПК-6.1

	металлических наночастиц:						
4	Датчики на основе квантовых точек	2		4	У1-У2, МУ2-МУ3	С9, Т10	ОПК-5.2; ОПК-6.1
5	Датчики на основе нанопроводов	2		4	У1-У2, МУ2-МУ3	Т12	ОПК-5.2; ОПК-6.1
6	Датчики на основе углеродных нанотрубок	2		4	У1-У2, МУ2-МУ3	С13,Т14	ОПК-5.2; ОПК-6.1
7	Датчики на основе наноструктуры из оксидов металлов	2	5	4	У1-У2, МУ1-МУ3	Т16	ОПК-5.2; ОПК-6.1
8	Массивы наносенсоров.	2	6	4	У1-У2, МУ1-МУ4	КП17	ОПК-5.2; ОПК-6.1
9	Перспективы сенсоров на основе наноматериалов:	2		5	У1-У2, МУ2-МУ3	Т18	ОПК-5.2; ОПК-6.1
Итого		18					

КП – курсовой проект, С – собеседование, Т – тестирование

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	Статистическая обработка результатов измерений	4
2	Изучение современного цифрового осциллографа	4
3	Измерение параметров электрических цепей	2
4	Исследование температурной зависимости электросопротивления металлов	2
5	Эффект Зеебека	2
6	Эффект Холла в полупроводниках	4
Итого		18

4.2.1 Практические занятия

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№ п/п	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	Введение в нано и микросистемную технику	4
2	Основы поиска информации по объектам микро и наносистемной техники	2

3	Классификация и характеристики объектов микро и наносистемной техники	4
4	Физические принципы функционирования объектов микро и наносистемной техники	6
5	Материалы датчиков и технологии изготовления	2
Итого		18

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	Введение в нано и микросистемную технику	1	6
2	Физические и технологические основы датчиков и сенсоров	2	6
3	Датчики на основе металлических наночастиц:	3-4	6
4	Датчики на основе квантовых точек	5-6	6
5	Датчики на основе нанопроводов	7-8	6
6	Датчики на основе углеродных нанотрубок	9-10	6
7	Датчики на основе наноструктуры из оксидов металлов	11-12	6
8	Массивы наносенсоров	13-14	6
9	Перспективы сенсоров на основе наноматериалов	15-16	6
	Разделы 4-17 Задание 2 курсового проекта	2-16	42,35
Итого			96,35

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, перио-дической, 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 литера-туры, современных программных средств.

- путем разработки:

– методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

– тем курсовых работ и проектов и методические рекомендации по их выполнению;

– вопросов к экзамену;

–методических указаний к выполнению лабораторных и практических 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. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

Реализация компетентностного 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. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами Комитета по труду и занятости населения Курской области.

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

№	Наименование раздела (лекции или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час
1	Введение в нано и микросистемную технику (методы получения и анализа свойств наноматериалов)	Разбор конкретных ситуаций	2
2	Физические и технологические основы датчиков и сенсоров	Разбор конкретных ситуаций	2
3	Массивы наносенсоров	Разбор конкретных ситуаций	2
4	Перспективы сенсоров на основе наноматериалов	Разбор конкретных ситуаций	2
Итого лекционных занятий			8
1	Основы поиска информации по объектам микро и наносистемной	Разбор конкретных ситуаций использования современной	2

	техники	измерительной техники	
2	Физические принципы функционирования объектов микро и наносистемной техники	Разбор конкретных ситуаций	6
Итого практических занятий			8

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование общей и профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства), высокого профессионализма ученых (представителей производства), их ответственности за результаты и последствия деятельности для человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки и производства, а также примеры творческого мышления;
- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, проектное обучение, разбор конкретных ситуаций, решение кейсов);
- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
ОПК-5 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологи	Введение в направление подготовки и формирование профессиональной карьеры Датчики физических измерений в микро- и наноэлектронном исполнении	Физико-химические основы микро- и нанотехнологии Электротехника Учебная ознакомительная практика	Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-6 Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил	Метрология, стандартизация и сертификация Инженерная и компьютерная графика Датчики физических измерений в микро- и наноэлектронном исполнении	Физико-химические основы микро- и нанотехнологии	Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

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

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции, содержание компетенции	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
ОПК-5 Способен принимать обоснованные технические	ОПК-5.2 Оценивает по критериям эффективности и	Знать: основные технические решения датчиков в микро и нано исполнении	Знать: основные технические решения и технологию производства	Знать: основные технические решения, технологию производства и варианты

решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологи	безопасности технические решения по технологии и применению материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	Уметь: проводить оценку технических решений в области датчиков в микро и нано исполнении. Владеть навыками выбора оптимального технического решения в области датчиков в микро и нано исполнении.	датчиков в микро и нано исполнении Уметь: проводить оценку технических решений в области датчиков в микро и нано исполнении с учетом критериев эффективности и безопасности Владеть навыками выбора оптимального технического решения, обоснования данного решения путем подготовки необходимой документации	применения датчиков в микро и нано исполнении Уметь: проводить оценку и сопоставление различных технических решений в области датчиков в микро и нано исполнении с учетом критериев эффективности и безопасности Владеть в совершенстве навыками выбора оптимального технического решения, обоснования данного решения путем подготовки необходимой документации
ОПК-6 Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил	ОПК-6.1 Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	Знать: Основную справочную литературу, необходимую при выполнении исследовательской работы в области датчиков в микро и нано исполнении Уметь: Использовать современные поисковые системы, и ресурсы в области технической документации. Владеть навыками	Знать: Основную техническую и справочную литературу, необходимую при выполнении исследовательской работы в области датчиков в микро и нано исполнении Уметь: Использовать современные поисковые системы, и ресурсы в области технической и нормативной документации.	Знать: Основную техническую и справочную литературу, нормативные документы, необходимые при выполнении исследовательской работы в области датчиков в микро и нано исполнении Уметь: Использовать современные поисковые системы, и ресурсы в области технической, нормативной научной и патентной

		обработки информации в области датчиков в микро и нано исполнении	Владеть навыками обработки информации и использования полученных результатов в области датчиков в микро и нано исполнении	документации Владеть в совершенстве навыками обработки информации и использования полученных результатов в области датчиков в микро и нано исполнении

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 контроли-руемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1.	Введение в нано и микросистемную технику (методы получения и анализа свойств наноматериалов)	ОПК-5.2; ОПК-6.1	Лекция, лабораторная работа, практическое занятие, СРС	Тестирование Защита лабораторных работ	1-10 №1	Согласно табл.7.2
2.	Физические и технологические основы датчиков и сенсоров	ОПК-5.2; ОПК-6.1	Лекция, лабораторная работа, практическое занятие, СРС	Собеседование, тестирование, Защита лабораторных работ	1-20 11-20 №2,3	Согласно табл.7.2
3.	Датчики на основе металлических наночастиц:	ОПК-5.2; ОПК-6.1	Лекция, лабораторная работа, практическое занятие, СРС	Тестирование Защита лабораторных работ	21-30 №4	Согласно табл.7.2
4.	Датчики на основе квантовых точек	ОПК-5.2; ОПК-6.1	Лекция, практическое занятие, СРС	Собеседование, тестирование	1-20 31-40	Согласно табл.7.2

5.	Датчики на основе нанопроводов	ОПК-5.2; ОПК-6.1	Лекция, практическое занятие, СРС	Тестирование	41-50	Согласно табл.7.2
6.	Датчики на основе углеродных нанотрубок	ОПК-5.2; ОПК-6.1	Лекция, практическое занятие, СРС	Собеседование, тестирование	1-20 51-60	Согласно табл.7.2
7.	Датчики на основе наноструктуры из оксидов металлов	ОПК-5.2; ОПК-6.1	Лекция, лабораторная работа, практическое занятие, СРС	Тестирование Защита лабораторной работы	61-70 №5	Согласно табл.7.2
8.	Массивы наносенсоров.	ОПК-5.2; ОПК-6.1	Лекция, лабораторная работа, практическое занятие, СРС	Курсовой проект Защита лабораторной работы	1-4 №6	Согласно табл.7.2
9.	Перспективы сенсоров на основе наноматериалов	ОПК-5.2; ОПК-6.1	лекция, СРС лаб. работа практ. занятие	Тестирование	71-90	Согласно табл.7.2

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы в тестовой форме по разделу 1.

Какое утверждение является верным?

Когда размер объекта уменьшается, соотношение между числом атомов на поверхности и числом атомов в объеме объекта увеличивается.

Когда размер объекта уменьшается, соотношение между числом атомов на поверхности и числом атомов в объеме объекта не меняется.

Когда размер объекта уменьшается, соотношение между числом атомов на поверхности и числом атомов в объеме объекта уменьшается.

Какое из следующих утверждений об атомно-силовой микроскопии (АСМ) является самым правильным:

АСМ основана на передвижении очень острой иглы над поверхностью образца, что позволяет "чувствовать" форму поверхности.

АСМ может визуализировать структуры белка в молекулах ДНК.

АСМ может визуализировать нефиксированные образцов в водном растворе.

Электронные микроскопы имеют гораздо более высокое разрешение, чем любой человеческий глаз или обычной световой микроскоп, потому что:

Используется пучок электронов, который обладает очень короткой (нанометровых) длиной волны

Все ответы

Имеют линзы с большим увеличением

Используются линзы гораздо более высокого качества

Лучшим описанием технологии изготовление "снизу вверх" является:
Строительство чего-либо путем сборки мелких компонентов
Эта технология имеет предел 0,1 мкм (100 нм)
Структуры получаются разрезанием материала от более крупного элемента.
Используется метод прямой гравировки без маски фоторезиста
Молекула ДНК хорошим примером:
Процесса самосборки
Биологический процесс, которой не поддается описанию
Результата технологии получения "сверху вниз"
Лучшая технологией для изготовления крупной партии устройств с минимальным разрешением 200 нм является:
Обычная фотолитография
Фокусируемый ионный пучок
Использование процессов самоорганизации
Электронно-лучевая литография
Лучшая технологией для изготовления единственного в своем роде устройство с минимальным разрешением 10 нм является:
Электронно-лучевая литография
Обычная фотолитография
Фокусируемый ионный пучок
Использование процессов самоорганизации
Какая газовая среда находится внутри сканирующего электронного микроскопа (СЭМ):
Вакуум
Гелий
Азот
Аргон
Какое из следующих утверждений верно:
Самоорганизация может произойти спонтанно
Самоорганизация является процессом, который происходит только в лаборатории
Самоорганизация является процессом, который происходит только в природе
Самоорганизация невозможна в принципе
Что является верным в отношении атомной силовой микроскопии (АСМ), сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ):
Все указанные методы позволяют исследовать структуры, имеющие размер меньше 100 нм
Все указанные методы работают в условиях вакуума
Все указанные методы используют электронный пучок для работы с изображениями

Пример контрольных вопросов при защите лабораторных работ

1. Укажите, в какой ситуации возможно появление случайной ошибки при прямом определении экспертной оценки.
2. Укажите международную единицу измерения сопротивления (система СИ).
3. Какая величина при прямых измерениях окажется лучшим приближением к истинному значению физической величины?
4. Укажите смысл доверительного интервала физической величины.
5. Какая величина определяет точность проведенных измерений?

6. К каким ошибкам приводит неправильная установка прибора, неполная разработка метода измерений, неучет всех факторов, которые влияют на точность прибора?

7. К каким ошибкам приводит небрежность экспериментатора в работе?

8. К каким ошибкам приводит изменение внешних условий?

9. Напишите формулу определения размаха R случайных значений экспертных оценок для статистического анализа.

10. Напишите формулу определения числа интервалов k для статистического анализа файла данных из N случайных значений

11. Напишите формулу определения ширины интервала d для статистического анализа файла из N случайных численных значений.

12. Напишите формулу определения математического ожидания истинного значения из N анализируемых случайных численных значений.

13. Напишите формулу определения дисперсии σ2 для характеристики распределения численных значений по интервалам d экспертных оценок.

14. Напишите формулу для определения стандартного отклонения S математического ожидания от истинного значения экспертной оценки.

15. Напишите формулу дня определения коэффициента вариация V распределения экспертных оценок относительно математического ожидания истинного значения экспертных оценок.

16. Напишите формулы закона Ома для замкнутой цепи и для участка цепи.

17. Получите формулу для расчета сопротивления участка цепи при параллельном и последовательном соединении резисторов.

Курсовые проекты

1. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для измерения ускорения
2. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для определения положения пространстве
3. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для измерения массы
4. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для измерения линейных размеров
5. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для измерения температуры
6. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для измерения влажности
7. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для измерения вязкости
8. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для измерения химического состава и наличия веществ

9. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для измерения дозиметрических параметров

10. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для измерения магнитных полей

11. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для измерения тензометрических параметров

12. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для измерения акустических параметров

13. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для измерения давления

14. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для генерации и измерения параметров лазерного излучения

15. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для генерации и измерения параметров рентгеновского излучения

16. Изучение физических основ микро- и наносистемных устройств для генерации и измерения параметров звукового излучения

Требования к структуре, содержанию, объему, оформлению курсовых работ (курсовых проектов), процедуре защиты, а также критерии оценки определены в:

- стандарте СТУ 04.02.030-2017 «Курсовые работы (проекты). Выпускные квалификационные работы. Общие требования к структуре и оформлению»;
- положении П 02.016-2018 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных про-грамм»;
- методических указаниях по выполнению курсовой работы (курсового проекта).

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре в форме экзамена. Экзамен проводятся в форме бланкового и 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 соответствия.

Умения, навыки (или опыт деятельность) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера). Все задачи являются многоходовыми. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимся при их решении.

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

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 балльно-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 балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма текущего контроля	Максимальный балл		Минимальный балл	
	Балл	Примечание	Балл	Примечание
1	2	3	4	5
Лабораторная работа: Статистическая обработка результатов измерений	3	Выполнены, подготовлены отчеты, 50-60% защиты выполнено	6	Выполнены, подготовлены отчеты, 80-100% защиты выполнено
Лабораторная работа: Изучение современного	3	Выполнены, подготовлены	6	Выполнены, подготовлены отчеты,

цифрового осциллографа для проведения тестирования датчиков		отчеты, 50-60% защиты выполнено		80-100% защиты выполнено
Лабораторные работы*: Эффект Холла в полупроводниках Эффект Зеебека	3	Выполнены, подготовлены отчеты, 50-60% защиты выполнено	6	Выполнены, подготовлены отчеты, 80-100% защиты выполнено
Лабораторные работы*: Исследование температурной зависимости электросопротивления металлов Исследование спектров периодических сигналов	3	Выполнены, подготовлены отчеты, 50-60% защиты выполнено	6	Выполнены, подготовлены отчеты, 80-100% защиты выполнено
СРС	12		24	
Итого	24		48	
Посещение занятий	0		16	
Экзамен	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 –2балла,
– 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. Основы нанотехнологии [Текст]: учебник / Кузнецов Н. Т.. [и др.]. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. -397 с.

2. Марков, В.Ф. Материалы современной электроники : учебное пособие / В.Ф. Марков, Х.Н. Мухамедзянов, Л.Н. Маскаева ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 272 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275825. – Текст : электронный.

8.2 Дополнительная учебная литература

3. Суздалев И. П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, нано-структур и наноматериалов [Текст]. - М.: КомКнига, 2013. - 592 с.

4. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст]. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с.

5. Пул Ч. Нанотехнологии [Текст]: учебное пособие / пер. с англ., под ред. Ю.Н.Головина. - М.: Техносфера, 2009. - 336 с.

6. Наноструктурные материалы : монография / ред. Р. Ханнинк, А. Хилл ; пер. А.А. Шустиков. – Москва : РИЦ Техносфера, 2009. – 488 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115678 (дата обращения: 09.07.2020. – Текст : электронный.

7. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://thesaurus.rusnano.com/

8. Акустические свойства нанодисперсных магнитных жидкостей [Текст]: монография / В. М. Полунин. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 384 с.

9. Экспериментальные методы исследования: учебное пособие / С. А. Алексеев [и др.]. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2012. - 81 с. // Режим доступа: http://window.edu.ru/library/pdf2txt/595/76595/57817.- Текст: электронный

10. Витязь, П.А. Наноматериаловедение : учебное пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидунович, Д.В. Куис. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 512 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450513 (дата обращения: 09.07.2020). – Текст : электронный.

11. Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. – Москва : Техносфера, 2013. – 688 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443325 (дата обращения: 09.07.2020). – Текст : электронный.

12. Датчики: Справочное пособие / В.М. Шарапов, Е.С. Полищук, Н.Д. Кошевой и др. ; ред. В. Шарапов, Е. Полищук. – Москва : РИЦ Техносфера, 2012. – 624 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214292 (дата обращения: 09.07.2020).– Текст : электронный.

8.3 Перечень методических указаний

1. Датчики физических измерений в микро- и наноэлектронном исполнении [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: П.А. Ряполов, Е.В. Шельдешова. Курск, 2021. 50 с.

2. Датчики физических измерений в микро- и наноэлектронном исполнении [Электронный ресурс]: методические указания для подготовки к практическим занятиям для студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и

микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: П.А. Ряполов, Е.В. Шельдешова. – Курск, 2021. – 34 с.

3. Датчики физических измерений в микро- и наноэлектронном исполнении [Электронный ресурс]: методические рекомендации для самостоятельной работы студентов направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: П.А. Ряполов, Е.В. Шельдешова. – Курск, 2021. – 11 с.

4. Датчики физических измерений в микро- и наноэлектронном исполнении [Электронный ресурс]: методические рекомендации по выполнению курсовых проектов студентами направления подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: П.А. Ряполов, Е.В. Шельдешова. – Курск, 2021. – 11 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

В учебном процессе используются материалы, опубликованные в отраслевых научно-технических журналах и справочниках «Нанотехника», «Известия ЮЗГУ. Серия Техника и технология», а также в учебных кинофильмах.

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

1. http://biblioclub.ru,
2. http://onlinelibrary.wiley.com,
3. http://www.scopus.com/,
4. http://elibrary.ru,
5. http://viniti.ru,
6. http://window.edu.ru,
7. http://thesaurus.rusnano.com/. nano-obr.ru – междисциплинарное обучение в сфере нанотехнологий;
8. http://www.ntmdt.ru – сайт крупнейшего в России производителя сканирующихзондовых микроскопов;
9. http://www.nanoscopy.org.
10. nist.gov/ (Национальный институт стандартов США);
11. isan.troitsk.ru/win/lsn_01.htm (нанооптика);
12. nano-obr.ru – междисциплинарное обучение в сфере нанотехнологий
13. nano-obr.ru – междисциплинарное обучение в сфере
14. Чеченин Н.Г. Просвечивающая электронная микроскопия (лекции). http://danp. sinp.msu.ru/ngchposob.htm
15. http://en. wikipedia.org/wiki/Scanning e1ectronscope
16. http://www.matter.org.uk/tem/
17. http://epmalab.uoregon.edullecture.htm
18. http://www.oxinst.com/wps/wcm/connect/Oxford+ Instruments/Groups/Product +Groups/N an oAnal ysis/EB SD/EB SD+Systems

19. http://mse.iastate.edu/microscopy/home.html
20. http://www.sfc.fr/Material/hrst.mit.edu/hrs/materials/public/Electron Microscope/EMHistO verview.htm
21. http://profbeckman.narod.ru/RRO.htm
22. http://www.microscopy.ethz.ch/history.htm
23. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/ guantum/moseley.html

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины проводится на основе учебников, учебных пособий и методических рекомендаций к выполнению лабораторных работ. В рабочей программе дисциплины представлены список обязательной и дополнительной литературы и методических указаний.

Самостоятельная работа проводится непосредственно после занятия и предназначена в основном для закрепления курса и более глубокого самостоятельного изучения пройденного материала. Самостоятельная работа студентов включает в себя работу с учебником и чтение дополнительной литературы по изученному курсу. Работа с учебником предполагает анализ материала, внесение дополнений и разъяснений там, где это необходимо (не успел записать в аудитории, очень сложный материал, который требует уточнения по словарю или другой учебно-методической литературе и т.д.). Эту работу целесообразно проводить после занятия, пока легко можно восстановить объяснения преподавателя. Главными принципами организации самостоятельной работы должны стать регулярность и систематичность, что позволит глубоко разобраться во всех изучаемых вопросах, активно участвовать в дискуссиях на занятиях и в конечном итоге успешно сдать зачет и экзамен.

Процесс выполнения лабораторных работ можно расчленить на следующие основные операции: теоретическое изучение материала; подготовка необходимого оборудования; освоение методики проведения экспериментальной части работы (составление алгоритма); непосредственное выполнение работы; обработка и анализ полученных данных; написание отчета. Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие основные элементы: название и номер лабораторной работы, задание и цель лабораторной работы, описание хода работы, полученные результаты и их анализ, выводы по работе.

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

1. На кафедре имеется на электронных носителях база литературных источников электронной библиотеки для научной и учебной работы. Она

используется сотрудниками кафедры, аспирантами и студентами для научной работы и самообучения.

2. На кафедре также имеются в электронном виде тексты всех методических разработок и лекций по читаемой дисциплине. Они делаются доступными для студентов и используются ими для самообучения.

3. Для демонстраций физико-химических явлений и лабораторных работ используются интернет-ресурсы сайтов: http://physics.nad.ru/ и http://genphys.phys.msu.ru/rus/demo/comp.php .

4. Используются интернет-ресурсы (представлены в пп 9).

Видеодемонстрации

1. Видеоролик "NanoEducator";
2. Видеоролик «Характеристическое рентгеновское излучение»;
3. Видеоролик «Оже-электроны»;
4. Видеоролик «Сплошное рентгеновское излучение».

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

Оборудование лекционных аудиторий

Проектор;

Ноутбук;

Доска с маркерами (мелом).

Лабораторное оборудование (региональный центр нанотехнологий)

1. Система для малоуглового рентгеновского рассеяния Anton Paar SAXSess, оснащенная современным программным комплексом с выходом в Интернет;

2. Дифрактометр малоуглового рентгеновского рассеяния GBM EMMA с высокотемпературной (1600С) камерой Anton Paar, оснащенный современным программным комплексом с выходом в Интернет;

3. ИК-фурье спектрометры Thermo Scientific Nicolet IS550 и Agilent Technologies Cary 660 FTIR, оснащенные современными программными комплексами с выходом в Интернет;

Сканирующий электронный микроскоп JEOL с модулем энергодисперсионного анализа Oxford X-Max (S1-XMX1002), оснащенный современным программным комплексом с выходом в Интернет;

4. Сканирующий зондовый микроскоп, SmartSPM™, оснащенный современным программным комплексом с выходом в Интернет, OmegaScope™ - СЗМ с конфокальным рамановским и флюоресцентным спектрометром, оснащенный современным программным комплексом с выходом в Интернет;

5. Термостолик для зондового микроскопа и жидкостная ячейка с терморегулятором на эффекте Пельтье, AistNT SmartSPM;

6. Наноиндентор,

7. Полуавтоматический однодисковый шлифовально-полировальный станок для металлографической пробоподготовки с насадкой Buehler Vector LC

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 такжесурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменноотвечает 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	–	6,7, 18-24	–	–	9	19.01.21	протокол №8 заседания кафедр. НМО и ПФ зав. кафедр. Кузько А.Е.