

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.06.2023 01:03:31
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
Инженерная академия**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы диагностики в нанотехнологиях

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

28.03.02 Наноинженерия

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

Нанотехнологии и наноматериалы в приборостроении

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Методы диагностики в нанотехнологиях» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области нанотехнологий и микросистемной техники, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Изучение дисциплины «Методы диагностики в нанотехнологиях» предусматривает освоение методов диагностики и анализа наноматериалов, экономических основ выбора методов диагностики наноматериалов; современного оборудования для диагностики наноматериалов зондовыми, оптическими, электронными, рентгеновскими и ионно-пучковыми методами. Теоретические, расчетные и практические положения дисциплины изучаются в процессе работы над лекционным курсом и самостоятельной работе с учебной и технической литературой.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Методы диагностики в нанотехнологиях» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-3	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-3.1 Знает основные методы измерений в области наноинженерии
		ОПК-3.2 Умеет проводить выбор метода измерения и наблюдения нанообъектов
		ОПК-3.3 Владеет методами обработки и представления экспериментальных данных
ПК-3	Способен организовывать и проводить экспериментальные исследования технологических модулей и процессов	ПК-3.1 Знает методики проведения экспериментальных исследований технологических модулей и процессов
		ПК-3.2 Владеет методами экспериментальных исследований технологических модулей и процессов
ПК-4	Способен участвовать в испытаниях инновационной продукции наноиндустрии на закрепленном испытательном оборудовании в соответствии с методикой испытаний	ПК-4.1. Знает методики испытаний инновационной продукции наноиндустрии на закрепленном испытательном оборудовании
		ПК-4.2. Владеет методами обработки результатов испытаний инновационной продукции наноиндустрии

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Методы диагностики в нанотехнологиях» относится к обязательной части блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Методы диагностики в нанотехнологиях».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-3	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Физика Электротехника Физические основы микро- и нанoeлектроники Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	Технологическая практика Преддипломная практика
ПК-3	Способен организовывать и проводить экспериментальные исследования технологических модулей и процессов	Технология производства нанoeлектронной базы Технология изготовления нанoустройств Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	Технологическая практика Преддипломная практика
ПК-4	Способен участвовать в испытаниях инновационной продукции нанoиндустрии на закрепленном испытательном оборудовании в соответствии с методикой испытаний	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	Организация и управление жизненным циклом высокотехнологичной продукции Organization and management of the life cycle of high-tech products / Организация и управление жизненным циклом высокотехнологичной продукции Технологическая практика Преддипломная практика

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы диагностики в нанотехнологиях» составляет 6 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)	
		7	8
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	<i>68</i>	<i>68</i>	
в том числе:			
Лекции (ЛК)	34	34	
Лабораторные работы (ЛР)			
Практические/семинарские занятия (СЗ)	34	34	
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	<i>121</i>	<i>121</i>	
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	<i>27</i>	<i>27</i>	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	216	216
	зач.ед.	6	6

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ЗАОЧНОЙ** формы обучения*

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)	
		9	10
Контактная работа, ак.ч.	24	24	
в том числе:			
Лекции (ЛК)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)			
Практические/семинарские занятия (СЗ)	8	8	
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	183	183	
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	9	9	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	216	216
	зач.ед.	6	6

* - заполняется в случае реализации программы в заочной форме

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Сканирующая зондовая микроскопия.	Тема 1.1. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Электросиловая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия.	ЛК, СЗ
Раздел 2. Электронные микроскопия и спектроскопия.	Тема 2.1. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Растровая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Оже-спектроскопия. Рентгенофлуоресцентный анализ. Вторичная ионная масс-спектроскопия. Вейвлет-преобразование для анализа элементного состава наноструктур.	ЛК, СЗ
Раздел 3. Оптические методы диагностики.	Тема 3.1. Взаимодействие света с веществом. Оптическая микроскопия. Оптическая, УФ- и ИК-спектроскопия. Эллипсометрия. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Лазерная дифрактометрия. Вейвлет-преобразование для анализа состава наноструктур.	ЛК, СЗ

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	презентаций.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве ___ шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Применение инфракрасной спектроскопической эллипсометрии в наноинженерии: монография / М.О. Макеев, С.А. Мешков, Ю.А. Иванов. – Москва: РУДН, 2019. – 144 с.

2. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учебное пособие для студентов старших курсов / Институт физики микроструктур РАН. Нижний Новгород, 2004. 114 с.

3. Нано- и биокomпозиты : монография / под ред. А. К.-Т. Лау, Ф. Хуссейн, Х. Лафди ; пер. с англ. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 393 с. — (Нанотехнологии). — SBN 978-5-00101-727-1. - ISBN 978-5-00101-727-1.

4. Дмитриев, А. С. Введение в нанотеплофизику : монография / А. С. Дмитриев. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 793 с. — (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-00101-669-4

5. В.А. Швец, Е.В. Спесивцев. Эллипсометрия. Учебно-методическое пособие к

лабораторным работам. / Новосибирск, издательство НГУ, 2013. 87 с.

6. Взаимодействие электронного пучка с образцом. ФТИ им. А.Ф. Иоффе. 2010. http://phys.spbau.ru/files/ElBeamInt_v.n1.0_1.pdf

Дополнительная литература

1. Накамото К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. — М.: Мир. 1991. — 536 с.

2. А.А. Русаков. Рентгенография металлов. Учебник для ВУЗов. Атомиздат: М. 1977. 480 с.

3. Н.А. Азаренков, В.Г. Кириченко, В.В. Левенец, И.М. Неклюдов. Ядерно-физические методы в материаловедении. Учебное пособие. ХНУ им. В.Н. Каразина: Харьков. 2011. 300 с.

4. Эвелина Никельшпарг. Спектроскопия КР: новые возможности старого метода. 2015. <https://biomolecula.ru/articles/spektroskopiiia-kr-novye-vozmozhnosti-starogo-metoda>

5. Денис Курек. Атомно-силовая микроскопия: увидеть, прикоснувшись. <https://biomolecula.ru/articles/atomno-silovaia-mikroskopiiia-uvidet-prikosnuvshis>

6. Анастасия Тительмаер. Лучше один раз увидеть, или микроскопия сверхвысокого разрешения. 2012. <https://biomolecula.ru/articles/luchshe-odin-raz-uvidet-ili-mikroskopiiia-sverkhvysokogo-razresheniia>

7. Основные принципы анализа размеров частиц. Dr. Alan Rawle, Malvern Instruments Limited.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Методы диагностики в нанотехнологиях».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Методы диагностики в нанотехнологиях» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИКИ:

**Доцент кафедры нанотехнологий и
микросистемной техники**

Должность, БУП



Подпись

М.О. Макеев

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

**Заведующий кафедрой
нанотехнологий и микросистемной
техники**

Наименование БУП



Подпись

С.В. Попов

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

**Доцент кафедры нанотехнологий и
микросистемной техники**

Должность, БУП



Подпись

М.О. Макеев

Фамилия И.О.