

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 21.05.2026 16:33:14  
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**

### **ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В НАНОТЕХНОЛОГИЯХ**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

#### **28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

#### **НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОПТО-, НАНО- И МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2026 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Диагностические системы в нанотехнологиях» входит в программу магистратуры «Новые материалы и технологии опто-, нано- и микроэлектроники» по направлению 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в 3 семестре 2 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 2 разделов и 5 тем и направлена на изучение 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.

Целью освоения дисциплины 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.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Диагностические системы 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-4	Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.1 Знает основные подходы к выполнению исследований при решении инженерных и научно-технических задач, знает принципы планирования и постановки сложного эксперимента; ОПК-4.2 Умеет применять основные подходы на базе последних достижений науки и техники к решению инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента; ОПК-4.3 Владеет методами для проведения оценки эффективности сложного эксперимента и интерпретации результатов;
ПК-2	Способен разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты	ПК-2.1 Знает методы и подходы разработки методик проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники; ПК-2.2 Умеет анализировать результаты исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники;
ПК-5	Способен разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик	ПК-5.1 Знает основные технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами; ПК-5.2 Умеет проводить исследования характеристик наноструктурированных покрытий с заданными свойствами; ПК-5.3 Владеет методами разработки технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Диагностические системы в нанотехнологиях» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Диагностические системы 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-4	Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика;	Технологическая практика;
ПК-2	Способен разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);	Преддипломная практика;
ПК-5	Способен разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик	Аддитивные технологии; <i>Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники**</i> ; <i>Технология производства нанoeлектронных устройств**</i> ; Технологическая практика;	Технологическая практика; Преддипломная практика;

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Диагностические системы в нанотехнологиях» составляет «6» зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			3
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	153		153
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27		27
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>216</b>	216
	<b>зач.ед.</b>	<b>6</b>	6

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Микроскопические методы нанодиагностики	1.1	Сканирующая зондовая микроскопия.	Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия.	ЛК, СЗ
		1.2	Оптическая микроскопия.	Конструкция и основные характеристики микроскопа. Светлопольная и темнопольная микроскопии. Поляризационная микроскопия. Флуоресцентная микроскопия. Фазово-контрастная микроскопия. STED-микроскопия. Одномолекулярная микроскопия.	ЛК, СЗ
		1.3	Электронные микроскопия и спектроскопия.	Взаимодействие электронного пучка с образцом. Растровая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Оже-спектроскопия. Рентгенофлуоресцентный анализ.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Аналитические методы исследования наноматериалов	2.1	Анализ размеров и формы наночастиц	Проблематика определения размера частиц. Ситовой анализ. Седиментационный анализ. Кондуктометрический метод. Лазерная дифрактометрия. Динамическое рассеяние света.	ЛК, СЗ
		2.2	Спектроскопические методы исследования	Спектральный анализ. Оптическая, УФ- и ИК-спектроскопии. Эллипсометрия. Спектроскопия комбинационного рассеяния.	ЛК, СЗ

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

## 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 презентаций.	Нет
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.	Нет
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	Нет

\* - 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, 2018. – 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. В.А. Швец, Е.В. Спесивцев. Эллипсометрия. Учебно-методическое пособие к лабораторным работам. / Новосибирск, издательство НГУ, 2013. 87 с.

4. Егорова, Е. М. Нанотехнологии: методология исследований действия наночастиц металлов на биологические объекты : учебное пособие для вузов / Е. М. Егорова, А. А. Кубатиев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 188 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12250-3 <https://urait.ru/bcode/541445>

5. Взаимодействие электронного пучка с образцом. ФТИ им. А.Ф. Иоффе. 2010 [http://phys.spbau.ru/files/ElBeamInt\\_v.n1.0\\_1.pdf](http://phys.spbau.ru/files/ElBeamInt_v.n1.0_1.pdf)

6. Мишина, Е. Д. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие : учебное пособие / Е. Д. Мишина, Н. Э. Шерстюк, А. А. Евдокимов ; под редакцией А. С. Сигова.

— 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 187 с. — ISBN 978-5-93208-545-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166740> (дата обращения: 28.03.2025).

7. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение : сборник научных трудов / под редакцией У. Жу, Ж. Л. Уанга ; перевод с английского С. А. Иванова, К. И. Домкина ; художник Н. А. Новак. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 601 с. — ISBN 978-5-00101-142-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166756> (дата обращения: 28.03.2025).

8. Дзидзигури, Э. Л. Нанотехнологии. Практика : учебное пособие / Э. Л. Дзидзигури, Е. Н. Сидорова. — Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 193 с. — ISBN 978-5-93208-883-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/387593> (дата обращения: 28.03.2025).

9. Ремпель А. А. Материалы и методы нанотехнологий. Учебное пособие / А.А. Ремпель. - Москва : Флинта, 2017. - 136 с. - ISBN 978-5-9765-3225-0. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/354752/reading> (дата обращения: 28.03.2025). - Текст: электронный.

*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  
- <https://biomolecula.ru/articles/luchshe-odin-raz-uvidet-ili-mikroskopiiia-sverkhvysokogo-razresheniia>

7. Технология тонких пленок и покрытий: учебное пособие / Л. Н. Маскаева, Е. А. Федорова, В. Ф. Марков ; под общей редакцией Л. Н. Маскаевой ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-7996-2560-3

8. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 190 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00528-8

*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  
<https://mega.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](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Знаниум» <https://znanium.ru/>
- 2. Базы данных и поисковые системы
  - Sage <https://journals.sagepub.com/>
  - Springer Nature Link <https://link.springer.com/>
  - Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>
  - Наукометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Диагностические системы в нанотехнологиях».

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

**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Макеев Мстислав

Олегович

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой

*Должность БУП*

*Подпись*

Попов Сергей Викторович

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Агасиева Светлана

Викторовна

*Фамилия И.О.*