

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 29.05.2024 11:44:39  
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**

### **МАТЕРИАЛЫ НАНОСТРУКТУРНЫХ УСТАНОВОК**

(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):**

### **НАНОТЕХНОЛОГИИ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2024 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Материалы наноструктурных установок» входит в программу магистратуры «Нанотехнологии» по направлению 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в 1 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 4 разделов и 29 тем и направлена на изучение физических и химических свойств и особенностей наноматериалов; методов создания наноматериалов и приборов на их основе; требований к продукции на основе наноматериалов и методов исследования параметров полученных структур; вопросов роли наноматериалов в развитии технологий на предприятиях микроэлектроники.

Целью освоения дисциплины является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области нанотехнологий, методов создания наноматериалов и приборов на их основе, методов исследования наноматериалов; развитие физического мышления и технологических навыков, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Материалы наноструктурных установок» 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-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей	ОПК-1.1 Знает основные законы, положения и методы в области естественных наук и математики; ОПК-1.2 Умеет выявлять естественно-научную сущность проблем в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлений, руководствуясь законами и методами естественных наук и математики; ОПК-1.3 Владеет инструментами анализа и решения инженерных и научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлений;
ОПК-3	Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	ОПК-3.1 Знаком с основными подходами к разработке методических и нормативных документов, технической документации в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений; ОПК-3.2 Владеет подходами для руководства разработкой технической документации и нормативных документов в области нанотехнологий и микросистемной техники, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству;
ПК-7	Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий	ПК-7.1 Знает основные современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий; ПК-7.2 Владеет навыками разработки современных технологических процессов изготовления нанoeлектронных изделий;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Материалы наноструктурных установок» 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 «Материалы наноструктурных установок».

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-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей		Научно-исследовательская работа; Технологическая практика;
ОПК-3	Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений		Надежность устройств нанoeлектронной и микросистемной техники; Научно-исследовательская работа; Технологическая практика;
ПК-7	Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий		Технологическая практика; <i>Технология производства гетероструктурных интегральных схем**;</i> <i>Технология изготовления устройств nano- и микросистемной техники**;</i> Строение и химические свойства наночастиц; <i>Синтез композиционных материалов методом 3D принтинга**;</i> <i>Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга**;</i> 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 «Материалы наноструктурных установок» составляет «5» 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)
			1
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	54		54
Лекции (ЛК)	36		36
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	108		108
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	18		18
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
		Код	Тема	
Раздел 1	Наноматериалы	1.1	Основы классификации наноматериалов. Терминология.	ЛК
		1.2	Основные типы структур наноматериалов	ЛК
		1.3	Особенности свойств наноматериалов и основные направления их использования.	ЛК
Раздел 2	Нанотехнологии	2.1	Технологии формирования тонких плёнок	ЛК, СЗ
		2.2	Технологии синтеза наночастиц	ЛК, СЗ
		2.3	Способы формирования полимерных нановолокон	ЛК, СЗ
Раздел 3	Методы исследования наноматериалов	3.1	Оптическая микроскопия. Понятие дифракционного предела. Виды оптической микроскопии	ЛК, СЗ
		3.2	Ближнепольная оптическая микроскопия	ЛК
		3.3	Сканирующая электронная микроскопия. Физические процессы при взаимодействии электронного пучка с материалом. Термоэмиссионный и автоэмиссионный катод.	ЛК
		3.4	Вторичные и обратноотраженные электроны	ЛК, СЗ
		3.5	Система управления электронным пучком	ЛК
		3.6	Характеристическое излучение атомов	ЛК, СЗ
		3.7	Рентгенофлуоресцентный анализ	ЛК, СЗ
		3.8	Энергодисперсионная спектроскопия	ЛК, СЗ
		3.9	Волновой детектор для исследования спектра характеристического излучения.	ЛК, СЗ
		3.10	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	ЛК
		3.11	Оже-спектрометрия	ЛК
		3.12	Просвечивающая электронная микроскопия	ЛК, СЗ
		3.13	Сканирующая туннельная микроскопия	ЛК
		3.14	Атомно-силовая микроскопия	ЛК, СЗ
		3.15	Эллипсометрия	ЛК
		3.16	Рентгеноструктурный анализ	ЛК, СЗ
		3.17	Мёссбауэровская спектроскопия	ЛК
		3.18	Рамановская спектроскопия	ЛК, СЗ
		3.19	Ионный микроскоп	ЛК
		3.20	Масс-спектрометрия	ЛК, СЗ
Раздел 4	Применение наноматериалов и нанотехнологий	4.1	Нанотехнологии в микроэлектронике, оптоэлектронике и нанофотонике	ЛК
		4.2	Конструкционные наноматериалы	ЛК
		4.3	Нанотехнологии в медицине	ЛК

\* - 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	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	комплект специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
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.	
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.	

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

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Суворов Э. Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов 2-е изд., пер. и доп. Учебное пособие для СПО. – Litres, 2023

2. Поленов Ю. В., Лукин М. В., Егорова Е. В. Физико-химические основы нанотехнологий //Учебное пособие/.–2021

### Дополнительная литература:

1. Ю. В. Поленова, Е. В. Егоровой. Наноматериалы и нанотехнологии. Учебник для СПО, 2021 г.

2. Суворов, Э. В. Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов : учебное пособие для среднего профессионального образования / Э. В. Суворов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 180 с.

### 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](http://www.studentlibrary.ru)

- 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.elsevier.com/locate/SCOPUS>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Материалы наноструктурных установок».

\* - 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 «Материалы наноструктурных установок» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

**РАЗРАБОТЧИКИ:**

Старший преподаватель

*Должность, БУП*

Доцент

*Должность, БУП*

Щербаков Константин

Александрович

*Фамилия И.О.*

Гостева Екатерина

Александровна

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой

*Должность БУП*

Попов Сергей Викторович

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент

*Должность, БУП*

Агасиева Светлана

Викторовна

*Фамилия И.О.*