

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 27.05.2024 12:12:42  
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**

### **НАНОТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

(наименование дисциплины/модуля)

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

### **15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

### **ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2024 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Нанотехнологии в машиностроении» входит в программу магистратуры «Технологии машиностроения и автоматизации производства» по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и изучается в 1 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Машиностроительные технологии». Дисциплина состоит из 10 разделов и 32 тем и направлена на изучение основных понятия и определения нанотехнологии, методов анализа и принципов конструирования объектов на наноуровне с приведением сведения о структуре, свойствах и методах производства наноструктурных материалов а также рассмотрение основных направлений практического применения нанотехнологий и наноматериалов в различных сферах.

Целью освоения дисциплины является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области нанотехнологии в машиностроении, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» 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-2	Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Применяет на практике знания современного состояние науки в отечественном и мировом машиностроении; ОПК-2.2 Решает научные, технические, организационные и экономические проблемы конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств; ОПК-2.3 Выполняет математическое моделирование процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий проведения научных исследований;
ОПК-3	Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	ОПК-3.1 Применяет программные средства в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств; ОПК-3.2 Анализирует, извлекает и использует необходимую информацию из различных источников при решении поставленных задач;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Нанотехнологии в машиностроении» 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 «Нанотехнологии в машиностроении».

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

<b>Шифр</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Предшествующие дисциплины/модули, практики*</b>	<b>Последующие дисциплины/модули, практики*</b>
ОПК-2	Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы		САЕ-системы в машиностроении; Methodology of Scientific Research; Новые конструкционные материалы; Методика и практика технических экспериментов;
ОПК-3	Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности		Геоинформационные системы и их применение; Компьютерные технологии в машиностроении; Информационные технологии в научных и экспериментальных исследованиях;

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

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

Общая трудоемкость дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» составляет «3» зачетные единицы.

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
Контактная работа, ак.ч.	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	72		72
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	0		0
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

Общая трудоемкость дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» составляет «3» зачетные единицы.

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очно-заочной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			2
Контактная работа, ак.ч.	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	63		63
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	9		9
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</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*
Раздел 1	Основные понятия и определения.			
Раздел 2	Нанозффекты и нанобъекты в природе. «Интуитивные» нанотехнологии.			
Раздел 3	Хронология развития нанонауки, нанотехнологии, нанопроизводства.			
Раздел 4	Методы диагностики наноструктур.	4.1	Масштабы и процессы в системах наночастиц.	ЛК, СЗ
		4.2	Особенности диагностики нанобъектов.	ЛК, СЗ
		4.3	Электронная микроскопия.	ЛК, СЗ
		4.4	Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ).	ЛК, СЗ
		4.5	Спектральные методы исследования.	ЛК, СЗ
Раздел 5	Основы конструирования объектов на атомно-молекулярном уровне.	5.1	Нисходящие и восходящие подходы.	ЛК, СЗ
		5.2	Элементарные объекты и методы нанотехнологического конструирования.	ЛК, СЗ
		5.3	Атомно-молекулярная сборка (механосинтез) с помощью сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ).	ЛК, СЗ
		5.4	Самоорганизация и самосборка.	ЛК, СЗ
		5.5	Принцип молекулярного распознавания в процессах самосборки.	ЛК, СЗ
		5.6	Атомные кластеры как элементарные объекты самосборки.	ЛК, СЗ
		5.7	Технологии формирования поверхностных слоев с атомарной точностью.	ЛК, СЗ
		5.8	Квантовые ямы, проволоки, точки.	ЛК, СЗ
		5.9	Прецизионная литография.	ЛК, СЗ
Раздел 6	Структура и свойства наноструктурных материалов.	6.1	Особенности вещества наносистем.	ЛК, СЗ
		6.2	Структурные особенности наноматериалов.	ЛК, СЗ
		6.3	Физические свойства.	ЛК, СЗ
		6.4	Химические свойства.	ЛК, СЗ
		6.5	Механические свойства.	ЛК, СЗ
		6.6	Принципы классификации наноматериалов.	ЛК, СЗ
Раздел 7	Нанопорошки.	7.1	Особенности структуры и свойств.	ЛК, СЗ
		7.2	Основные методы получения.	ЛК, СЗ
		7.3	Применение нанопорошков.	ЛК, СЗ
Раздел 8	Углеродные наноструктуры.	8.1	Аллотропные формы углерода.	ЛК, СЗ
		8.2	Углеродные нанотрубки (УНТ).	ЛК, СЗ
		8.3	Графен.	ЛК, СЗ
Раздел 9	Объемные наноматериалы.	9.1	Общая характеристика методов получения.	ЛК, СЗ
		9.2	Технологии порошковой металлургии.	ЛК, СЗ
		9.3	Объемные наноматериалы, полученные интенсивной пластической деформацией (ИПД).	ЛК, СЗ
		9.4	Контролируемая кристаллизация из аморфного состояния.	ЛК, СЗ
		9.5	Технологии осаждения наноструктурированных слоев на подложку.	ЛК, СЗ
Раздел 10	Нанотехнологии в машиностроении.	10.1	10.1. Конструкционные и функциональные наноструктурные материалы.	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.	Проектор и ноутбук
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.	Проектор и ноутбук
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. Ю.Д. Третьякова. Нанотехнологии. Азбука для всех. – М.: Физматлит, 2008. – 368 с.
2. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2005. – 336 с.
3. Б.М. Балоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, А.М. Кротов. НАНОМАТЕРИАЛЫ
4. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. Международный университет природы, общества и человека «Дубна» Филиал «Угреша». – Москва, 2007.
4. А.И. Гусев Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 414 с.
5. Д.И. Рыжонков. Наноматериалы : учеб. пособие /Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э.Л. Дзидзигури. – 2-е изд. – М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 365 с.
6. А.Н. Ковшов. Основы нанотехнологии в технике.: учеб. пособие для ВУЗов. - М.: Академия, 2009.-236 с.
7. В. А. Рогов. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 190 с. — (Высшее образование).
8. Н. Кобаяси. Введение в нанотехнологию. Москва. 2005..

*Дополнительная литература:*

1. Физические методы нанесения нанопокровов : учебное пособие для вузов / В. С. Мухин [и др.] ; под редакцией В. С. Мухина, С. Р. Шехтмана. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 333 с. — (Высшее образование).

2. Р.А. Андреевский, А. В. Рагуля. Наноструктурные материалы. - М.: Академия, 2005.

3. Ю.И. Головин. Введение в нанотехнику. – М.: Машиностроение, 2007.

4. В.В. Старостин. Материалы и методы нанотехнологии. : учеб. пособие для ВУЗов. - М.: БИНОМ, 2008.

5. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов. Под ред. С. В. Калюжного, – М.:Физматлит, 2010. – 528 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.elsevierscience.ru/products/scopus/>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Нанотехнологии в машиностроении».

\* - 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 «Нанотехнологии в машиностроении» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Горбани Сиамак

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой

*Должность БУП*

*Подпись*

Вивчар Антон

Николаевич

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Алленов Дмитрий

Геннадьевич

*Фамилия И.О.*