

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 28.06.2023 17:36:14  
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**

**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):**

Конструкторско-технологическое обеспечение энергетических производств

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2023 г.

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» 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	Применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Применяет на практике знания современного состояния 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	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 Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО 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*

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-2	Применять современные методы исследования, оценивать и представлять	Дисциплины бакалавриата	Государственная итоговая аттестация

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	результаты выполненной работы		
ОПК-3	Использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	Дисциплины бакалавриата	Государственная итоговая аттестация

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

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

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

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

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.	36	36			
в том числе:					
Лекции (ЛК)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18	18			
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	72	72			
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.					
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	<b>108</b>	<b>108</b>		
	зач.ед.	<b>3</b>	<b>3</b>		

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

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.	36		36		
в том числе:					
Лекции (ЛК)	18		18		
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18		
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	72		72		
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.					
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	<b>108</b>	<b>108</b>		
	зач.ед.	<b>3</b>	<b>3</b>		

\* - заполняется в случае реализации программы в вечерней форме

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
<b>Раздел 1. Основные понятия и определения</b>	Тема 1.1. Основные понятия и определения	ЛК, СР
<b>Раздел 2. Нанозффекты и нанобъекты в природе. «Интуитивные» нанотехнологии</b>	Тема 2.1. Нанозффекты и нанобъекты в природе.	ЛК, СР
<b>Раздел 3. Хронология развития нанонауки, нанотехнологии, нанопроизводства</b>	Тема 3.1. Краткая история развития нанотехнологии.	ЛК, СР
<b>Раздел 4. Методы диагностики наноструктур</b>	Тема 4.1. Масштабы и процессы в системах наночастиц; Тема 4.2. Особенности диагностики нанобъектов; Тема 4.3. Электронная микроскопия; Тема 4.4. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ); Тема 4.5. Спектральные методы исследования.	ЛК, СЗ, СР
<b>Раздел 5. Основы конструирования объектов на атомно-молекулярном уровне</b>	Тема 5.1. Нисходящие и восходящие подходы; Тема 5.2. Элементарные объекты и методы нанотехнологического конструирования; Тема 5.3. Атомно-молекулярная сборка (механосинтез) с помощью сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ); Тема 5.4. Самоорганизация и самосборка; Тема 5.5. Принцип молекулярного распознавания в процессах самосборки; Тема 5.6. Атомные кластеры как элементарные объекты самосборки; Тема 5.7. Технологии формирования поверхностных слоев с атомарной точностью; Тема 5.8. Квантовые ямы, проволоки, точки; Тема 5.9. Прецизионная литография.	ЛК, СЗ, СР
<b>Раздел 6. Структура и свойства наноструктурных материалов</b>	Тема 6.1. Особенности вещества наносистем; Тема 6.2. Структурные особенности наноматериалов; Тема 6.3. Физические свойства; Тема 6.4. Химические свойства; Тема 6.5. Механические свойства; Тема 6.6. Принципы классификации наноматериалов.	ЛК, СЗ, СР
<b>Раздел 7. Нанопорошки</b>	Тема 7.1. Особенности структуры и свойств; Тема 7.2. Основные методы получения; Тема 7.3. Применение нанопорошков.	ЛК, СР
<b>Раздел 8. Углеродные наноструктуры</b>	Тема 8.1. Аллотропные формы углерода; Тема 8.2. Углеродные нанотрубки (УНТ); Тема 8.3. Графен.	СЗ, СР
<b>Раздел 9. Объемные наноматериалы</b>	Тема 9.1. Общая характеристика методов получения; Тема 9.2. Технологии порошковой металлургии; Тема 9.3. Объемные наноматериалы, полученные интенсивной пластической деформацией (ИПД); Тема 9.4. Контролируемая кристаллизация из	ЛК, СЗ, СР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	аморфного состояния; Тема 9.5. Технологии осаждения наноструктурированных слоев на подложку.	
<b>Раздел 10. Нанотехнологии в машиностроении</b>	Тема 10.1. Применение нанотехнологии в машиностроении	СР

## 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.	- микрофоны (2) – itc ESCORT T-621A; - проектор – SANYO VGA PROJECTOR; - моноблок – ViewSonic VA1932WA; - экран – ScreenMedia; - усилитель трансляционный – ROXTON AA-120
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.	- переносной мультимедиа проектор SANYO VGA PROJECTOR; - рабочее место в составе: монитор LG W1943SE-PF Black, системный блок, клавиатура, компьютерная мышь - 15 шт.; интерактивная доска Smart Board 680i4 со встроенным проектором – 1 шт; многофункциональное устройство для печати и сканирования документов HP Laserjet Pro M1132 MFP - 1 шт.; доступ в интернет: ЛВС и Wi-Fi.
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. 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.
5. Мария Рыбалкина. НАНОТЕХНОЛОГИИ для всех.
6. А.И. Гусев Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 414 с.
7. Рыжонков Д.И. Наноматериалы : учеб. пособие /Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э.Л. Дзидзигури. – 2-е изд. – М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 365 с.
8. Родунер, Э. Размерные эффекты в наноматериалах / Э. Родунер ; пер. с англ. А. В. Хачояна ; под ред. Р. А. Андриевского. - М.: Техносфера, 2010. – 350 с.
9. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов. Под ред. С. В. Калюжного, – М.:Физматлит, 2010. – 528 с.
10. П. Харрис. Углеродные нанотрубы и родственные структуры, Москва, 2003.

*Дополнительная литература:*

1. Нанотехнологии, метрология, стандартизация и сертификация в терминах и определениях. Под ред. М. В. Ковальчука, П. А. Тодуа. 2009. – 136 с.
2. Ковшов А.Н. Основы нанотехнологии в технике.: учеб. пособие для ВУЗов. - М.: Академия, 2009.-236 с.
3. Г.М. Волков. Объемные наноматериалы.: учеб. пособие. - М.: КНОРУС, 2011.-169 с.
4. Р.А. Андреевский, А. В. Рагуля. Наноструктурные материалы. - М.: Академия, 2005.
5. Ю.И. Головин. Введение в нанотехнику. – М.: Машиностроение, 2007.
6. Гусев А.И., А.А. Ремпель. Нанокристаллические материалы. : – М.: ФИЗМАТЛИТ: МАИК: Наука, 2001.
7. В.В. Старостин. Материалы и методы нанотехнологии. : учеб. пособие для ВУЗов. - М.: БИНОМ, 2008.
8. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса, Москва, 2002.
9. Нанотехнологии в электронике Под ред. Ю.А. Чаплыгина, Москва, 2005.
10. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. Москва. 2005.

*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 «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 «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.

### **РАЗРАБОТЧИКИ:**

<p><b>Доцент кафедры</b> <b>машиностроительных технологий</b></p> <hr/> <p>Должность, БУП</p>	 <hr/> <p>Подпись</p>	<p><b>Горбани С.</b></p> <hr/> <p>Фамилия И.О.</p>
<p><b>РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:</b> <b>Заведующий кафедрой</b> <b>машиностроительных технологий</b></p> <hr/> <p>Наименование БУП</p>	 <hr/> <p>Подпись</p>	<p><b>Вивчар А.Н.</b></p> <hr/> <p>Фамилия И.О.</p>
<p><b>РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:</b> <b>Заведующий кафедрой</b> <b>машиностроительных технологий</b></p> <hr/> <p>Наименование БУП</p>	 <hr/> <p>Подпись</p>	<p><b>Вивчар А.Н.</b></p> <hr/> <p>Фамилия И.О.</p>