

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 21.05.2026 17:24:03  
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**

### **ВВЕДЕНИЕ В НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНУЮ ТЕХНИКУ**

(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

Дисциплина «Введение в нанотехнологии и микросистемную технику» входит в программу бакалавриата «Нанотехнологии и наноматериалы в приборостроении» по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» и изучается в 1, 2 семестрах 1 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 4 разделов и 10 тем и направлена на изучение основ наноинженерии и нанотехнологий.

Целью освоения дисциплины является ознакомление слушателей с расширенным представлением о сфере наноинженерии и нанотехнологий, представление основных объектов исследований наноинженерии и нанотехнологий, их классификации, описание основных методов и подходов при их создании, модификации и исследованиях.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Введение в нанотехнологии и микросистемную технику» 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 решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1 Знает методы математического анализа и моделирования в области наноинженерии; ОПК-1.2 Умеет выявлять естественно-научную сущность проблем в области наноинженерии и новых междисциплинарных направлений, руководствуясь законами и методами естественных наук и математики;
ОПК-5	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-5.1 Знает эффективные и безопасные технические средства и технологии в области наноинженерии; ОПК-5.2 Умеет принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности;
ПК-12	Способен осуществлять организацию разработки технических описаний на отдельные функциональные блоки микроэлектромеханической системы	ПК-12.1 Знает методы организации разработки технических описаний на отдельные функциональные блоки микроэлектромеханической системы; ПК-12.2 Владеет навыками организации разработки технических описаний на отдельные функциональные блоки микроэлектромеханической системы;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Введение в нанотехнологии и микросистемную технику» 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

*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 решать задачи профессиональной деятельности на основе		Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	применения естественнонаучных и общепрофессиональных знаний, методов математического анализа и моделирования		исследовательской работы); Технологическая практика; Преддипломная практика; Научно-исследовательская работа; Высшая математика; Основы надежности технических систем; Прикладная оптика и оптические измерения; Математические методы в инженерных приложениях; Сопротивление материалов;
ОПК-5	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии		Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Преддипломная практика; Технологическая практика (учебная); Научно-исследовательская работа; Основы проектирования лазеров; Физические основы микро- и нанoeлектроники; Основы физики твердого тела в наноинженерии; Сопротивление материалов;
ПК-12	Способен осуществлять организацию разработки технических описаний на отдельные функциональные блоки микроэлектромеханической системы		Основы нанoeлектронных устройств; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Преддипломная практика; Технологическая практика (учебная);

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

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

Общая трудоемкость дисциплины «Введение в нанотехнологии и микросистемную технику» составляет «4» 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)	Семестр(-ы)
			1	2
<i>Контактная работа, ак.ч</i>	53		36	17
Лекции (ЛК)	35		18	17
Лабораторные работы (ЛР)	0		0	0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18	0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	73		18	55
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	18		18	0
<b>Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>144</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## 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	Введение в наноинженерию и нанотехнологию	1.1	История появления отдельной области науки	История появления и развития наноинженерии, как области науки. Российские «пионеры» профессии и отрасли (имена, регалии, основные достижения и наследие). Современные российские лидеры профессии и отрасли (имена, регалии, основные достижения).	ЛК
		1.2	Наноинженерия как область науки и техники	Наноинженерия и нанотехнологии, как область научных исследований и практическое её применение. Основные объекты исследований наноинженерии и нанотехнологий. Классификация объектов наноинженерии. Примеры.	ЛК
Раздел 2	Объекты наноинженерии	2.1	Понятие «наноматериалов»	Определение термина «наноматериалы». Классификация наноматериалов. Общие свойства нанобъектов и наноматериалов.	ЛК
		2.2	Примеры наноматериалов	Индивидуальные наночастицы. Определение. Виды частиц. Металлические, полупроводниковые наночастицы, газовые молекулярные кластеры. Их свойства. Углеродные наноструктуры Нанобъекты на основе углерода. Описание особенностей углеродной связи. Углеродные кластеры. Углеродные нанотрубки. Строение, свойства. Объемные наноструктурированные материалы. Объемные нанобъекты.	ЛК
		2.3	Применение наноматериалов в практических задачах	Примеры применения индивидуальных наночастиц. Примеры применения углеродных нанотрубок. Применение объемных наноструктурированных материалов.	СЗ
Раздел 3	Методы исследований и контроля в наноинженерии	3.1	Особенности исследований в наноинженерии	Особенности исследований объектов и процессов в наномасштабе. Ограничения, возникающие при исследованиях нанобъектов и наномасштабов.	ЛК
		3.2	Основные методы нанодиагностики	Оптические методы исследований. Электронные методы исследований. Зондовые методы исследований. Спектральные методы исследований.	ЛК
		3.3	Примеры результатов исследований нанобъектов различными методами	Примеры исследований методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии. Примеры исследований зондовыми методами. Примеры исследований спектральными методами.	СЗ
Раздел 4	Технологические подходы в наноинженерии	4.1	Методы и технологии создания и модификации объектов в наноинженерии	Механосинтез нанобъектов. Химические методы нанобъектов. Вакуумные методы получения нанобъектов. Методы наноструктурирования.	ЛК
		4.2	Примеры использования технологических процессов синтеза наноматериалов	Примеры синтеза нанобъектов механическими методами. Примеры получения нанопленок. Примеры использования наноструктурирования.	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. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие. Лозовский В.Н., Лозовский С. В.: Лань, 2024 г. ISBN: 978-5-507-47532-2
2. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы. Учебное пособие. Смирнов В.И.: Инфра-Инженерия, 2023 г. ISBN: 978-5-9729-1246-9
3. Введение в нанотехнологию (Серия: Радиоэлектроника и приборостроение), Марголин В.И., Жабрив В. А., Лукьянов Г. Н.: Лань, 2021 г., ISBN: 978-5-8114-1318-8
4. Нанотехнологии. Вопросы исследований: учебное пособие. Дзидзигури Э. Л., Сидорова Е. Н.: Издательство "Лаборатория знаний", 2024 г., – 128 с. – ISBN 978-5-93208-882-1
5. Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — 5-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 628 с. — ISBN 978-5-8114-5378-8

### Дополнительная литература:

1. Юрчук, С. Ю. Приборы квантовой и оптической электроники. Светоизлучающие и лазерные структуры. Курс лекций : учебное пособие / С. Ю. Юрчук, М. П. Коновалов. — Москва : МИСИС, 2020. — 92 с.
2. Нано- и микросистемная техника. От исследований к разработкам Сборник статей под редакцией П.П. Мальцева М.: Техносфера, 2005 – 592 с.
3. Пономарёв А.Н. Вопросы материаловедения, 2, 26, 65 (2001)
4. Ч.Пул, Ф.Оуэнс. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2004. – 328 с.
5. П.Харрис. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы 21 века. М.: Техносфера, 2003. -336 с.
6. R.P. Anders et al. "Research Opportunities in clusters and Cluster Assembled Materials", J. Matter. Res.4, 704 (1989) 6. H.S. Nalwa, ed., Handbook of nanostructured Materials and Nanotechnology, Vol.5 Organic Polymers and Biological Compounds, Academic Press, Boston, 2000

### 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 «Введение в нанотехнологии и микросистемную технику».

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

**РАЗРАБОТЧИКИ**

Доцент

---

Должность

Старший преподаватель

---

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП**

Заведующий кафедрой

---

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО**

Доцент

---

Должность

Макеев М.О.

---

Фамилия И.О

Михалев П.А.

---

Фамилия И.О

Попов С.В.

---

Фамилия И.О

Макеев М.О.

---

Фамилия И.О