

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 31.05.2023 23:44:47  
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**

**Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МСЧН 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 (совместно с Казахским национальным университетом им. Аль-Фараби)

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники» 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.

Изучение дисциплины «Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники» предусматривает приобретение знаний о применениях нанотехнологий и микросистемной техники в различных областях науки и техники. Предусматривается изучение наноматериалов и наноструктур, материалов и устройств нано- и микросистемной техники, приборов и устройств на их основе, нанотехнологий и методов нанодиагностики.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники» 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<br>(в рамках данной дисциплины)   |
|-------|---|---|
| УК-3  | Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.   | УК-3.1. Понимает роль руководителя команды, и знает, как выработать основные стратегии, для достижения поставленных целей   |
|       |   | УК-3.2. Понимает особенности поведения людей в команде, с которой работает  |
|       |   | УК-3.3. Умеет эффективно взаимодействовать с членами команды, для достижения поставленных целей   |
| УК-7  | Способен:<br>искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач;<br>проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных. | УК-7.1. Знает основные цифровые технологии, методы поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации, применяемые в современных условиях цифровой экономики   |
|       |   | УК-7.2. Умеет искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными |
|       |   | УК-7.3. Владеет современными цифровыми технологиями, методами оценки информации, ее достоверности, построения логических умозаключений на основании поступающих информации и данных   |
| ОПК-1 | Способен ставить и решать инженерные и научно-  | ОПК-1.1. Знает основные законы, положения и методы в области естественных наук и математики   |

| Шифр | Компетенция   | Индикаторы достижения компетенции<br>(в рамках данной дисциплины)   |
|------|---|---|
|      | технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей | 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  |

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники» относится к базовой компоненте обязательной части блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники».

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

| Шифр | Наименование компетенции   | Предшествующие дисциплины/модули, практики* | Последующие дисциплины/модули, практики*  |
|------|--|---|---|
| УК-3 | Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.  | -   | Квантовая механика в наносистемах<br>Углеродные нанотрубки, фуллерены, графены и гидрофобная сажа<br>Технологическая практика<br>Преддипломная практика<br>Государственный экзамен<br>Выпускная квалификационная работа |
| УК-7 | Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку | -   | Технологии программирования в nanoиндустрии<br>Modeling of nanoobjects<br>Технологическая практика<br>Преддипломная практика<br>Государственный экзамен<br>Выпускная квалификационная работа                            |

| Шифр  | Наименование компетенции  | Предшествующие дисциплины/модули, практики* | Последующие дисциплины/модули, практики*   |
|-------|---|---|--|
|       | информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.  |   |  |
| 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 | -   | Введение в микро- и наноэлектромеханические системы<br>Квантовая механика в наносистемах<br>Материалы наноструктурных установок<br>Научно-исследовательская работа<br>Технологическая практика<br>Государственный экзамен<br>Выпускная квалификационная работа |

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

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

Общая трудоемкость дисциплины «Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники» составляет 7 зачетных единиц.

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

| Вид учебной работы                               | ВСЕГО,<br>ак.ч. | Семестр(-ы) |            |   |   |
|--|-----------------|-------------|------------|---|---|
|  |                 | 1           | 2          | 3 | 4 |
| <i>Контактная работа, ак.ч.</i>                  | 52              | 18          | 34         |   |   |
| Лекции (ЛК)                                      | 35              | 18          | 17         |   |   |
| Лабораторные работы (ЛР)                         | -               | -           | -          |   |   |
| Практические/семинарские занятия (СЗ)            | 17              | -           | 17         |   |   |
| <i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i> | 164             | 54          | 110        |   |   |
| <i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i> | 36              |             | 36         |   |   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>             | <b>252</b>      | <b>72</b>   | <b>180</b> |   |   |
|  | <b>7</b>        | <b>2</b>    | <b>5</b>   |   |   |

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

| Наименование раздела дисциплины                          | Содержание раздела (темы)  | Вид учебной работы* |
|--|--|---------------------|
| Раздел 1. Основы нанотехнологий и микросистемной техники | Тема 1.1. Понятия нанотехнологий. История возникновения нанотехнологий. Размерные эффекты, характерные особенности и свойства наночастиц. Технологии «сверху-вниз» и «снизу-верх». | ЛК, СЗ              |

| Наименование раздела дисциплины  | Содержание раздела (темы)   | Вид учебной работы* |
|--|---|---------------------|
|  | Тема 1.2. Классификация наноматериалов. Обзор наноматериалов и наноструктур (углеродные нанотрубки, фуллерены, квантовые точки, наноразмерные гетероструктуры и др.). | ЛК, СЗ              |
| Раздел 2. Применение нанотехнологий и микросистемной техники                           | Тема 2.1. Наноматериалы для адресной доставки лекарств.   | ЛК, СЗ              |
|  | Тема 2.2. Перспективы применения резонансно-туннельных диодов. Надёжность РТД.  | ЛК, СЗ              |
|  | Тема 2.3. Прозрачные проводящие структуры и покрытия.   | ЛК, СЗ              |
| Раздел 3. Методы исследования и диагностики в нанотехнологиях и микросистемной технике | Тема 3.1. Классификация методов диагностики и контроля. Анализ размеров, формы и удельной поверхности наночастиц.   | ЛК, СЗ              |
|  | Тема 3.2. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов.   | ЛК, СЗ              |
|  | Тема 3.3. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Спектральный анализ наноматериалов.   | ЛК, СЗ              |

## 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.  |  |
| 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.                      |  |
| Компьютерный класс                     | Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве ___шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций. |  |
| 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. Нано- и биоконпозиты : монография / под ред. А. К.-Т. Лау, Ф. Хуссейн, Х. Лафди ; пер. с англ. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 393 с. — (Нанотехнологии). — SBN 978-5-00101-727-1. - ISBN 978-5-00101-727-1.
2. Бунтов, Е. А. Современные устройства и элементы наноэлектроники : учебно-методическое пособие / Е. А. Бунтов, А. С. Вохминцев, Т. В. Штанг. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 132 с. - ISBN 978-5-9765-5036-0 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3090-4 (Изд-во Урал. ун-та).
3. Нанотехнологии в электронике : монография. Вып. 3 / Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М. : Техносфера, 2015. - 480 с. : ил. - ISBN 978-5-94836-422-3 : 0.00.
4. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В.А. Рогов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 190 с. : ил. - (Авторский учебник). - ISBN 978-5-534-00528-8 : 399.00.
5. Наноматериаловедение : учебное пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидунович. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 511 с. : ил. - ISBN 978-985-06-2356-0 : 0.00.
6. Избранные труды. Нанотехнологии : монография / Ж.И. Алфёров. - М. : ИД "Магистр-Пресс", 2013. - 272 с. - ISBN 978-5-89317-229-4 : 0.00.
7. Введение в материалы и методы нанотехнологии : учебно-методический комплекс / А.Г. Алексеенко. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2013. - 151 с. - ISBN 978-5-209-05036-0 : 214.07.
8. Применение инфракрасной спектроскопической эллипсометрии в нанотехнологии: монография / М.О. Макеев, С.А. Мешков, Ю.А. Иванов. – Москва: РУДН, 2018. – 144 с.
9. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учебное пособие для студентов старших курсов / Институт физики микроструктур РАН. Нижний Новгород, 2004. 114 с.
10. Наноэлектроника: теория и практика : учебник / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. А. Уткина. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 369 с. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-00101-732-5.

### *Дополнительная литература:*

1. Актуальные проблемы современной нанотехнологии : учебно-методический комплекс / Г.Г. Малинецкий. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2013. - 168 с. - ISBN 978-5-209-05034-6 : 230.62.
2. 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
3. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур : учебное пособие / В.Б. Тимофеев. - Электронные текстовые данные. - СПб. : Лань, 2015. -

512 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1745-2.

4. Исследование поверхности методом Оже-спектроскопии : методические указания к лабораторной работе по курсу "Методы диагностики в нанотехнологиях" / М.О. Макеев, С.А. Мешков, Ю.А. Иванов, Н.В. Федорова. - Москва : РУДН, 2020. - 71 с. : ил. - ISBN 978-5-209-10512-1 : 282.65.
5. В.А. Швец, Е.В. Спесивцев. Эллипсометрия. Учебно-методическое пособие к лабораторным работам. / Новосибирск, издательство НГУ, 2013. 87 с.
6. Взаимодействие электронного пучка с образцом. ФТИ им. А.Ф. Иоффе. 2010.  
[http://phys.spbau.ru/files/EIBeamInt\\_v.n1.0\\_1.pdf](http://phys.spbau.ru/files/EIBeamInt_v.n1.0_1.pdf)

*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/>

- РИНЦ - национальная библиографическая база данных научного цитирования  
<https://elibrary.ru/authors.asp>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники».

\* - 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 «Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

**РАЗРАБОТЧИКИ:**

Доцент кафедры «Нанотехнологии  
и микросистемная техника»

---

Должность, БУП



Подпись

**М.О. Максев**

---

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой  
«Нанотехнологии и  
микросистемная техника»

---

Наименование БУП



Подпись

**С.В. Попов**

---

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент кафедры «Нанотехнологии  
и микросистемная техника»

---

Должность, БУП



Подпись

**С.В. Агасиева**

---

Фамилия И.О.