

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.06.2023 01:03:31
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 наноустройств

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МСЧН 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

Цель дисциплины – формирование у студентов представления об основных элементах наноустройств и систем на их основе, принципах их функционирования и проектирования, анализа и синтеза элементов схем.

Задачи дисциплины «Основы наноустройств» состоят в ознакомление студентов с:

- теоретическими основами нанотехнологий;
- основными элементами наноприборов для радиоэлектронных средств;
- основными принципами проектирования устройств нано- и микроэлектроники;
- необходимым для проектирования математическим и вычислительным аппаратом.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Основы наноустройств» 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-6	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил	ОПК-6.1 Знает требования, стандарты, нормы и правила разработки технической документации в области наноинженерии
		ОПК-6.2 Умеет разрабатывать техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью в области наноинженерии
ОПК-7	Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	ОПК-7.1 Знает методологию проектирования производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии
		ОПК-7.2 Умеет сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии
		ОПК-7.3 Владеет методами проектирования производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии
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 «Основы наноустройств» 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 «Основы наноустройств».

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-6	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил	Основы инженерной экономики и менеджмента Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	Основы надежности технических систем Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Технологическая практика Преддипломная практика
ОПК-7	Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	Электротехника Теоретическая механика Квантовая электроника Оптика и физика лазеров Функциональные наноматериалы Основы проектирования лазеров Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Технологическая практика Преддипломная практика
ПК-12	Способен осуществлять организацию разработки технических описаний на отдельные функциональные блоки микроэлектромеханической системы	Введение в нанотехнологии и микросистемную технику Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Технологическая практика Преддипломная практика

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

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы наноустройств» составляет 4 зачетных единиц.

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

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)	
		6	7
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	72	72	
в том числе:			
Лекции (ЛК)	36	36	
Лабораторные работы (ЛР)	36	36	
Практические/семинарские занятия (СЗ)			
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	45	45	
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27	27	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	144	144
	зач.ед.	4	4

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

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)	
		6	7
Контактная работа, ак.ч.	14	14	
в том числе:			
Лекции (ЛК)	8	8	
Лабораторные работы (ЛР)	6	6	
Практические/семинарские занятия (СЗ)			
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	121	121	
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	9	9	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	144	144
	зач.ед.	4	4

* - заполняется в случае реализации программы в заочной форме

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Основные тенденции развития электронной аппаратуры.	Тема 1.1. Переход к интегральным микросхемам и наноэлектронике. Тема 1.2. 1 и 2 закон Мура.	ЛК, ЛР
Раздел 2. Планарная технология и интегральные микросхемы (основные понятия, технологические	Тема 2.1. Подложки. Материалы пленок тонкопленочных микросхем. Расчет конструкций тонкопленочных резисторов. Тонкопленочные конденсаторы. Пленочные индуктивности. Конструкции тонкопленочных распределенных RC-структур. Тема 2.2. Особенности конструкций СВЧ интегральных схем. Конструкции компонентов гибридных микросхем. Проектирование топологии гибридных интегральных микросхемах.	ЛК, ЛР
Раздел 3. Основные элементы наноэлектронной базы.	Тема 3.1. Классификация, изготовление и применение наноструктур в приборостроении. Тема 3.2. Приборы с токопереносом поперек нанослоев (РТД, НВТ). Тема 3.3. Приборы с токопереносом вдоль нанослоев (MESFET, НЕМТ, рНЕМТ). Баллистический транзистор. Тема 3.4. Аллотропные модификации углерода. Фуллерены и углеродные нанотрубки. Физические свойства, прикладное значение. Тема 3.5. Гетеропленки, нановолокна и спирали. Наногофрированные структуры. Нанопечатная литография. Контактное формирование нанорельефа (зондовые технологии).	ЛК, ЛР

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.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	
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. Андриевский, Р. А. Основы наноструктурного материаловедения: возможности и проблемы / Р. А. Андриевский. – 4-е изд., электрон. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 255 с. : ил.,табл., схем. – (Нанотехнологии). – Режим доступа: по подписке. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-00101-906-0. – Текст: электронный. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=595414

2. Дьячков, П. Н. Электронные свойства и применение нанотрубок / П. Н. Дьячков. – 4-е изд., электрон. – Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 491 с. : ил. – (Нанотехнологии). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-00101-842-1. – Текст : электронный. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=446289

3. Щука, А. А. Наноэлектроника : учебное пособие / А. А. Щука ; под ред. А. А. Сигова. – 5-е изд., электрон. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 345 с. – (Нанотехнологии). – ISBN 978-5-00101-730-1. – Текст : электронный. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466637>

4. Алексеенко, А. Г. Графен / А. Г. Алексеенко. – 3-е изд. (эл.). – Москва : Лаборатория знаний, 2021. – 179 с. – Режим доступа: по подписке. – Библиогр.: с. 151-165. – ISBN 978-5-93208-509-7. – Текст : электронный. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=601948

5. Рогов В. А. 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. <https://urait.ru/book/tehnologiya-konstrukcionnyh-materialov-nanotehnologii-414377>

6. Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова ; под ред. Ю. П. Солнцева. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2020. – 336 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98343> (дата обращения: 22.06.2021). – Библиогр.: с. 313-315. – ISBN 978-5-93808-346-3. – Текст : электронный.

7. Иванов, Н. Б. Нанотехнологии материалов и покрытий : учебное пособие : [16+] / Н. Б. Иванов, Н. А. Покалюхин ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019. – 236 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612342> (дата обращения: 22.06.2021). – Библиогр: с. 234. – ISBN 978-5-7882-2538-8. – Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. 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. Федоркова. - Москва : РУДН, 2020. - 71 с. : ил. - ISBN 978-5-209-10512-1 : 282.65. <https://expose.gpntbsib.ru/expose/vnp-0-fc1eed1a/book/%D0%952020-2375%D1%83%D0%BF%D1%80958038176>

2. Нелинейные явления в нано- и микрогетерогенных системах : практическое пособие : [16+] / С. А. Гриднев, Ю. Е. Калинин, А. В. Ситников, О. В. Стогней. – 3-е изд., электрон. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 355 с. : ил. – (Нанотехнологии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=94244> (дата обращения: 21.06.2021). – ISBN 978-5-00101-853-7. – Текст : электронный.

3. Деффейс, К. Удивительные наноструктуры=Nanoscale. Visualizing an invisible world : [16+] / К. Деффейс, С. Деффейс ; пер. с англ. А. В. Хачоян ; пер. с англ. под ред. Л. Н. Патрикеева. – 4-е изд., электрон. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 209 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222250> (дата обращения: 21.06.2021). – ISBN 978-5-00101-817-9. – Текст : электронный.

4. Эрлих, Г. Малые объекты - большие идеи: широкий взгляд на нанотехнологии : [16+] / Г. Эрлих ; под ред. Л. Н. Патрикеева. – 4-е изд., электрон. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 257 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=595113> (дата обращения: 21.06.2021). – ISBN 978-5-00101-705-9. – Текст : электронный.

5. Методы научно-технического творчества в области нанотехнологий : учебное пособие / Е. А. Буракова, А. В. Рухов, Е. Н. Туголуков и др. ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017. – 81 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498884> (дата обращения: 22.06.2021). – Библиогр.: с. 75-76. – ISBN 978-5-8265-1682-9. – Текст : электронный.

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
- 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 «Основы наноустройств».

* - 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 наноустройств» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент кафедры нанотехнологий и микросистемной техники

Должность, БУП



Подпись

А.Х. Абдуев

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой нанотехнологий и микросистемной техники

Наименование БУП



Подпись

С.В. Попов

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент кафедры нанотехнологий и микросистемной техники

Должность, БУП



Подпись

М.О. Макеев

Фамилия И.О.