

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 27.06.2022 15:09:54
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН 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 «Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области технологического технологических процессов планарной технологии; основных приемов формирования структур элементов интегральных схем; принципов действия технологического оборудования и режимов выполнения технологических операций. Теоретические, расчетные и практические положения дисциплины изучаются в процессе работы над лекционным курсом, при выполнении практических работ, и самостоятельной работе с учебной и технической литературой.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Технология изготовления устройств нано- 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 (в рамках данной дисциплины)
ПК-5	Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик	ПК-5.1. Знает основные технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами
		ПК-5.2. Умеет проводить исследования характеристик наноструктурированных покрытий с заданными свойствами
		ПК-5.3. Владеет методами разработки технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами
ПК-7	Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий	ПК-7.1. Знает основные современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий
		ПК-7.2. Владеет навыками разработки современных технологических процессов изготовления нанoeлектронных изделий
ПК-8	Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	ПК-8.1. Знает основные современные технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
		ПК-8.2. Владеет навыками разработки новых технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Технология изготовления устройств нано- 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*
ПК-5	Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик	Аддитивные технологии	Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа Технологическая практика Преддипломная практика
ПК-7	Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий	Аддитивные технологии Материалы наноструктурных установок	Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа Технологическая практика Преддипломная практика
ПК-8	Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	Аддитивные технологии	Углеродные нанотрубки, фуллерены и гидрофобная сажа Технологическая практика Преддипломная практика

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

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники» составляет 5 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)			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.	48		48		
Лекции (ЛК)	32		32		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-		
Практические/семинарские занятия (СЗ)	16		16		
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	96		96		
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	36		36		
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	180	180		
	зач.ед.	5	5		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Понятие	Тема 1.1. Основные технологические процессы.	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
технологии микро- и нанoeлектронных схем	Планарная технология. Характеристика современной технологии ИМС	
Раздел 2. Подготовка полупроводниковых подложек	Тема 2.1. Ориентирование кристаллов. Механическая обработка;	ЛК, СЗ
Раздел 3. Легирование полупроводниковых подложек	Тема 3.1. Диффузия примесей в полупроводник. Диффузия в потоке газа-носителя. Измерение параметров диффузионных слоев. Легирование полупроводников ионным внедрением. Радиационные эффекты в кремнии. Отжиг имплантированного кремния.	ЛК, СЗ
Раздел 4. Нанесение пленок на поверхность подложек	Тема 4.1. Эпитаксиальное наращивание кремния. Хлоридный и гидридный методы эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия кремния. Термическое окисление кремния. Вакуумное напыление. Схема вакуумной установки. Ионно-плазменное напыление тонких плёнок. Магнетронные системы напыления. Химическое осаждение тонких плёнок из газовой фазы.	ЛК, СЗ
Раздел 5. Получение рисунка элементов интегральных схем	Тема 5.1. Ионно-плазменное травление. Фотолитография. Позитивные и негативные фоторезисты. Методы создания фотошаблонов. Электролитография. Особенности литографии нанометровых размеров.	ЛК, СЗ
Раздел 6. Типовой технологический процесс	Тема 6.1. Изоляция элементов в интегральных микросхемах. Изоляция p-n переходом. Изоляция диэлектрическими плёнками. Локальное окисление. Типовой технологический процесс изготовления изопланарной биполярной СБИС. Типовой технологический процесс изготовления n-канальных МОП СБИС. Металлизация ИС. Разводка на основе плёнок алюминия. Сборка интегральных микросхем. Методы присоединения кристаллов. Метод термокомпрессии, ультразвуковой сварки.	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	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	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. Кондрашин А.А., Лямин А.Н., Слепцов В.В. Современные технологии изготовления трехмерных электронных устройств: Учеб. пособие. – М.: Техносфера, 2019. – 210 с.
2. K. Reinhardt, W. Kern. Handbook of silicon wafer cleaning technology. Thrid edition.2018. – 773 p

Дополнительная литература:

1. Мочалкина О.Р.;Березин А.С.
Технология и конструирование интегральных микросхем: Учеб. пособие для вузов, Березин А.С., Мочалкина О.Р., М., Радио и связь, 1992.
2. Курносов А.И.;Юдин В.В.
Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем: учеб. пособие для вузов, А. И. Курносов, В. В. Юдин, М., Высш.школа, 1986.
3. Таиров Ю.М.;Пичугин И.Г.
Технология полупроводниковых приборов : , И.Г. Пичугин; Учеб.пособие для вузов, М., Высш.школа, 1984.

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/>

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

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

1. Курс лекций по дисциплине «Технология изготовления устройств нано- 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 «Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Ассистент кафедры нанотехнологий
и микросистемной техники

Должность, БУП


Подпись

П.А. Михалев

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

С.В. Агасиева

Фамилия И.О.