

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.06.2022 10:21:51
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

Технологии изготовления лазеров на основе наноструктур

(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):

Инженерно-физические технологии в nanoиндустрии

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Технологии изготовления лазеров на основе наноструктур» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области технологического проектирования маршрутов производства изделий оптоэлектроники, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Изучение дисциплины «Технологии производства оптоэлектронной базы» предусматривает приобретение практических навыков проектирования маршрутов производства полупроводниковых оптоэлектронных компонентов. Предусматривается изучение технологических операций и приобретение навыков моделирования производства компонентов оптоэлектронной базы. Изучаются основные технологические процессы производства и методы контроля оптоэлектронных характеристик устройств.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Технологии изготовления лазеров на основе наноструктур» 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 «Технологии изготовления лазеров на основе наноструктур» 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 «Технологии изготовления лазеров на основе наноструктур».

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 Технология изготовления устройств nano- и микросистемной техники Технология производства гетероструктурных интегральных схем Технологическая практика	Преддипломная практика
ПК-7	Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий	Аддитивные технологии Материалы наноструктурных установок Технология изготовления устройств nano- и микросистемной техники Технология производства гетероструктурных интегральных схем Технологическая практика	Преддипломная практика
ПК-8	Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	Аддитивные технологии Технология изготовления устройств nano- и микросистемной техники Технология производства гетероструктурных интегральных схем Технологическая практика	Преддипломная практика

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

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технологии изготовления лазеров на основе наноструктур» 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.	54			54	
Лекции (ЛК)	36			36	
Лабораторные работы (ЛР)	-			-	
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18			18	
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	99			99	
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27			27	
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. Основные технологические процессы производства приборов оптоэлектроники.	Тема 1.1. Современные технологии изготовления полупроводниковых подложек и эпитаксиальных структур на них. Фотолитографическая технология формирования резистивных масок. Технологическое оборудование.	ЛК, СЗ
Раздел 2. Маршруты изготовления полупроводниковых приборов	Тема 2.1. Основные технологические этапы изготовления оптоэлектронных приборов по меза- и планарной технологиям.	ЛК, СЗ
Раздел 3. Постростовые технологии формирования легированных слоев	Тема 3.1. Технологические операции легирования полупроводниковых структур методами ионной имплантации и диффузии. Технологическое оборудование. Моделирование диффузионных процессов.	ЛК, СЗ
Раздел 4. Технологии разделения полупроводниковой подложки на кристаллы	Тема 4.1. Технологии лазерного скрайбирования и дисковой резки в технологии производства оптоэлектронных компонентов. Технологическое оборудование. Моделирование процессов лазерной резки.	ЛК, СЗ
Раздел 5. Интеграция оптических элементов в активные оптоэлектронные компоненты	Тема 5.1. Оптические характеристики оптоволоконна для волоконно-оптических систем связи и технология его производства. Методы юстировки оптических элементов в устройствах оптоэлектроники.	ЛК, СЗ
Раздел 6. Методы герметизации оптоэлектронных компонентов	Тема 6.1. Применение кремнийорганических компаундов, клеев и полиимидов в оптоэлектронном производстве. Технологии герметизации и корпусирования изделий оптоэлектроники	ЛК, СЗ
Раздел 7. Контроль параметров оптоэлектронных полупроводниковых компонентов	Тема 7.1. Контролируемые параметры полупроводниковых оптоэлектронных компонентов. Методы измерений параметров. Зондовый метод межоперационного контроля.	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	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	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. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: учебное пособие для вузов / И.П. Степаненко; Москва: Лаборатория базовых знаний, 2001 – 488 с., ил.
2. Пирс К., Адамс А., Кац Л., Цай Дж., Сейдел Т., Макгиллис Д. Технология СБИС: В 2-х кн. Кн. 1. Пер. с англ. / Под ред. С.Зи. - М: Мир, 1986. - 404 с., ил.
3. Могэб К., Фрейзер Д., Фичтнер У., Паррильо Л., Маркус Р., Стейдел К., Бертрем У. Технология СБИС: В 2-х кн. Кн. 2. Пер. с англ. / Под ред. С.Зи. - М.: Мир, 1986. - 453 с., ил.
4. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий: учебное пособие для вузов: в 2 т./ под общ. ред. Ю.Н. Коркишко Т.1: Физико-химические основы технологии микроэлектроники/ Ю.Д. Чистяков, Ю.П. Райнова - М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 – 392 с., ил.
5. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий: учебное пособие для вузов: в 2 т./ под общ. ред. Ю.Н. Коркишко Т.2: Технологические аспекты / М.В. Акуленок, В.М. Андреев, Д.Г. Громов и др. - М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 –

300 с., ил.

6. Таиров Ю.М. Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых диэлектрических материалов: Учебник для вузов. 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2002. – 424 с.

7. Филачев А.М., Таубкин И.И., Тришенков М.А. Твердотельная фотоэлектроника. Фоторезисторы и фотоприемные устройства. – М.: Физматкнига, 2011. – 448 с.

8. Курбатов Л.Н. Оптоэлектроника видимого и инфракрасного диапазонов спектра. – Изд. 2-е, испр. И доп. – М.: Физматкнига, 2013. – 400 с.

8. Ермаков Д.Н., Оливио А.П. Исторические аспекты построения оптимального алгоритма управления сближением двух спутников с использованием непрерывной малой тяги//Фундаментальные и прикладные исследования по приоритетным направлениям биоэкологии и биотехнологии: сборник материалов IV Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием (Ульяновск, 20 мая 2021 г.) / гл. ред. Е.И. Антонова. – Чебоксары: ИД «Среда», 2021. – 108 с.

9. Dmitry N. Ermakov, Oleg Yu. Kazenkov, Ravil K. Khusnulin. INFLUENCE OF CLIMATIC CONDITIONS OF RUSSIA AND THE COUNTRIES OF THE NEAR EAST ON LIGHTING EQUIPMENT//“Light & Engineering/Svetotekhnika”. Vol. 26, No. 4, pp. 76–80, 2018. (Web of Science)

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 <https://elibrary.ru/authors.asp>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Технологии изготовления лазеров на основе наноструктур».

* - 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 «Технологии изготовления лазеров на основе наноструктур» 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



А.А. Короннов

Наименование БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:
Заведующий кафедрой
нанотехнологий и микросистемной
техники



С.В. Попов

Наименование БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:
Доцент кафедры нанотехнологий и
микросистемной техники



С.В. Агасиева

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.