

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 29.05.2024 11:27:29  
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**

### **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 НАНОИНДУСТРИИ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2024 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Технологии изготовления лазеров на основе наноструктур» входит в программу магистратуры «Инженерно-физические технологии в наноиндустрии» по направлению 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» и изучается в 3 семестре 2 курса. Дисциплину реализует Кафедра Вуза-Партнёра. Дисциплина состоит из 7 разделов и 11 тем и направлена на изучение технологий изготовления лазеров на основе наноструктур.

Целью освоения дисциплины является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области технологий изготовления лазеров на основе наноструктур, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

## 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 наноэлектронных изделий	ПК-7.1 Знает основные современные технологические процессы изготовления наноэлектронных изделий; ПК-7.2 Владеет навыками разработки современных технологических процессов изготовления наноэлектронных 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 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 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-7	Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления наноэлектронных изделий	Технологическая практика; Материалы наноструктурных установок; <i>Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники**;</i> <i>Технология производства наноэлектронных устройств**;</i>	Технологическая практика; Преддипломная практика;
ПК-8	Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем	Технологическая практика; Аддитивные технологии; <i>Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники**;</i> <i>Технология производства наноэлектронных устройств**;</i>	Технологическая практика; Преддипломная практика;
ПК-5	Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик	Технологическая практика; Аддитивные технологии; <i>Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники**;</i> <i>Технология производства наноэлектронных устройств**;</i>	Технологическая практика; Преддипломная практика;

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 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 образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			3
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	54		54
Лекции (ЛК)	36		36
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	99		99
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27		27
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Основные технологические процессы производства лазеров на основе наноструктур	1.1	Технологии изготовления подложек и эпитаксиальных структур на них	ЛК, СЗ
		1.2	Фотолитографическая технология формирования резистивных масок	ЛК, СЗ
Раздел 2	Маршруты изготовления лазеров на основе наноструктур	2.1	Этапы изготовления оптоэлектронных приборов по меза- и планарной технологиям	ЛК, СЗ
Раздел 3	Постростовые технологии формирования легированных слоев	3.1	Операции легирования полупроводниковых структур различными методами	ЛК, СЗ
		3.2	Технологическое оборудование	ЛК, СЗ
		3.3	Моделирование диффузионных процессов	ЛК, СЗ
Раздел 4	Технологии разделения подложки	4.1	Виды лазерного скрайбирования и дисковой резки в технологии производства оптоэлектронных компонентов	ЛК, СЗ
Раздел 5	Интеграция оптических элементов в активные оптоэлектронные компоненты	5.1	Характеристики оптоволоконна для волоконно-оптических систем связи и технологии его производства	ЛК, СЗ
Раздел 6	Герметизация оптоэлектронных компонентов	6.1	Технологии герметизации и корпусирования изделий оптоэлектроники	ЛК, СЗ
Раздел 7	Контроль параметров оптоэлектронных компонентов	7.1	Контролируемые параметры оптоэлектронных компонентов	ЛК, СЗ
		7.2	Способы измерений параметров	ЛК, 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.	
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.	

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.	
----------------------------	--	--

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Шаховой, Р. А. Динамика полупроводниковых лазеров / Р. А. Шаховой. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 404 с. — ISBN 978-5-507-48267-2  
- <https://e.lanbook.com/book/367466>
2. Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие / А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-8994-7  
- <https://e.lanbook.com/book/330503>
3. Шалимова, К. В. Физика полупроводников : учебник / К. В. Шалимова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-0922-8  
- <https://e.lanbook.com/book/210524>
4. Кондрашин А.А., Лямин А.Н., Слепцов В.В. Современные технологии изготовления трехмерных электронных устройств: Учеб. пособие. – М.: Техносфера, 2019. – 210 с.
5. K. Reinhardt, W. Kern. Handbook of silicon wafer cleaning technology. Thrid edition. 2018. – 773 p
6. Бунтов, Е. А. Современные устройства и элементы наноэлектроники : учебнометодическое 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).
7. Шишкин, Г. Г. Наноэлектроника. Элементы, приборы, устройства : учебное пособие / Г. Г. Шишкин, И. М. Агеев. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 411 с. - ISBN 978-5-00101-731-8

### Дополнительная литература:

1. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: учебное пособие для вузов / И.П. Степаненко; Москва: Лаборатория базовых знаний, 2001 – 488 с., ил. 6 6
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.

9. 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.

10. 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.

*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 «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.

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой

*Должность БУП*

Попов Сергей Викторович

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент

*Должность, БУП*

Агасиева Светлана

Викторовна

*Фамилия И.О.*