

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.05.2024 10:52:19
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 ПРОИЗВОДСТВА ОПТОЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ

(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 производства оптоэлектронной базы» 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 Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 7 разделов и 17 тем и направлена на изучение основных технологических процессов производства и методов контроля оптоэлектронных характеристик устройств. Изучение дисциплины «Технологии производства оптоэлектронной базы» предусматривает приобретение практических навыков проектирования маршрутов производства полупроводниковых оптоэлектронных компонентов, а также изучение технологических операций и приобретение навыков моделирования производства компонентов оптоэлектронной базы.

Целью освоения дисциплины 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

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Технологии производства оптоэлектронной базы» 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 производства оптоэлектронной базы» 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 производства оптоэлектронной базы».

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 производства оптоэлектронной базы» 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
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	180	180
	зач.ед.	5	5

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 приборов оптоэлектроники	1.1	Современные технологии изготовления полупроводниковых подложек и эпитаксиальных структур на них	ЛК, СЗ
		1.2	Фотолитографическая технология формирования резистивных масок	ЛК, СЗ
		1.3	Технологическое оборудование	ЛК, СЗ
Раздел 2	Маршруты изготовления полупроводниковых приборов	2.1	Основные технологические этапы изготовления оптоэлектронных приборов по меза- и планарной технологиям	ЛК, СЗ
Раздел 3	Постростовые технологии формирования легированных слоев	3.1	Технологические операции легирования полупроводниковых структур методами ионной имплантации и диффузии	ЛК, СЗ
		3.2	Технологическое оборудование	ЛК, СЗ
		3.3	Моделирование диффузионных процессов	ЛК, СЗ
Раздел 4	Технологии разделения полупроводниковой подложки на кристаллы	4.1	Технологии лазерного скрайбирования и дисковой резки в технологии производства оптоэлектронных компонентов	ЛК, СЗ
		4.2	Технологическое оборудование	ЛК, СЗ
		4.3	Моделирование процессов лазерной резки	ЛК, СЗ
Раздел 5	Интеграция оптических элементов в активные оптоэлектронные компоненты	5.1	Оптические характеристики оптоволоконна для волоконно-оптических систем связи и технология его производства	ЛК, СЗ
		5.2	Методы юстировки оптических элементов в устройствах оптоэлектроники	ЛК, СЗ
Раздел 6	Методы герметизации оптоэлектронных компонентов	6.1	Применение кремнийорганических компаундов, клеев и полиимидов в оптоэлектронном производстве	ЛК, СЗ
		6.2	Технологии герметизации и корпусирования изделий оптоэлектроники	ЛК, СЗ
Раздел 7	Контроль параметров оптоэлектронных полупроводниковых компонентов	7.1	Контролируемые параметры полупроводниковых оптоэлектронных компонентов	ЛК, СЗ
		7.2	Методы измерений параметров	ЛК, СЗ
		7.3	Зондовый метод межоперационного контроля	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.	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
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. Давыдов, В. Н. Основы оптоэлектроники : учебно-методическое пособие / В. Н. Давыдов. — Москва : ТУСУР, 2022. — 84 с.
- <https://e.lanbook.com/book/313217>
2. Давыдов, В. Н. Полупроводниковая оптоэлектроника : учебное пособие / В. Н. Давыдов. — Москва : ТУСУР, 2022. — 87 с.
- <https://e.lanbook.com/book/313349>
3. Смирнов, В. И. Нанозлектроника, нанофотоника и микросистемная техника : учебное пособие / В. И. Смирнов. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 268 с. — ISBN 978-5-9729-1244-5
- <https://e.lanbook.com/book/347717>
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. Нанозлектроника. 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. 6 6

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.

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

- 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 производства оптоэлектронной базы».

* - 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 производства оптоэлектронной базы» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Короннов Алексей

Алексеевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность БУП

Попов Сергей Викторович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент

Должность, БУП

Агасиева Светлана

Викторовна

Фамилия И.О.