

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 27.05.2024 15:52:32
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 ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛАЗЕРОВ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН 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)

2024 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Основы проектирования лазеров» входит в программу бакалавриата «Нанотехнологии и наноматериалы в приборостроении» по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» и изучается в 5, 6 семестрах 3 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 9 разделов и 54 тем и направлена на изучение теоретических и практических основ проектирования полупроводниковых лазеров

Целью освоения дисциплины является формирование навыков прикладного применения расчетов для получения моделей полупроводниковых лазеров

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Основы проектирования лазеров» 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-5	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-5.1 Знает эффективные и безопасные технические средства и технологии в области наноинженерии; ОПК-5.2 Умеет принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности;
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-9	Способен осуществлять интеграцию топологических представлений блоков в общую топологию микроэлектромеханического устройства	ПК-9.1 Знает методы интеграции топологических представлений блоков в общую топологию микроэлектромеханического устройства; ПК-9.2 Умеет осуществлять интеграцию топологических представлений блоков в общую топологию микроэлектромеханического устройства;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Основы проектирования лазеров» относится к обязательной части 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 «Основы проектирования лазеров».

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-5	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	Физические основы микро- и нанoeлектроники; Основа военной подготовки. Безопасность жизнедеятельности; Введение в нанотехнологии и микросистемную технику; Химия; Основа физики твердого тела в нанoинженерии; Сопротивление материалов;	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 нанoинженерии	Оптика и физика лазеров; Электротехника; Квантовая электроника; Функциональные наноматериалы; Теоретическая механика;	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Преддипломная практика;
ПК-9	Способен осуществлять интеграцию топологических представлений блоков в общую топологию микроэлектромеханического устройства	Электроника; Электротехника; Оптика и физика лазеров;	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); 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 «Основы проектирования лазеров» составляет «10» 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)	
			5	6
Контактная работа, ак.ч.	144		72	72
Лекции (ЛК)	72		36	36
Лабораторные работы (ЛР)	72		36	36
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0	0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	162		81	81
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	54		27	27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	360	180	180
	зач.ед.	10	5	5

Общая трудоемкость дисциплины «Основы проектирования лазеров» составляет «10» зачетных единиц.

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для заочной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)	
			7	8
Контактная работа, ак.ч.	38		18	20
Лекции (ЛК)	26		12	14
Лабораторные работы (ЛР)	12		6	6
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0	0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	309		122	187
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	13		4	9
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	360	144	216
	зач.ед.	10	4	6

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	Физические основы полупроводниковых лазеров	1.1	Электронные состояния атомов и твёрдых тел	ЛК, ЛР
		1.2	Модель энергетических зон	ЛК, ЛР
		1.3	Квазиимпульс электрона	ЛК, ЛР
		1.4	Долины энергии и зона Бриллюэна	ЛК, ЛР
		1.5	Кристаллическая структура полупроводников АЗВ5	ЛК, ЛР
		1.6	Особенности рекомбинации электронов и дырок в прямозонных и непрямозонных полупроводниках	ЛК, ЛР
		1.7	Свойства твердых растворов соединений АЗВ5	ЛК, ЛР
Раздел 2	Необходимые и достаточные условия генерации в полупроводниковом лазере	2.1	Особенности рекомбинации электронов и дырок в прямозонных и непрямозонных полупроводниках	ЛК, ЛР
		2.2	Условие вынужденного излучения света	ЛК, ЛР
		2.3	Методы создания инверсной населенности в полупроводниковых материалах	ЛК, ЛР
		2.4	Достаточное условие генерации	ЛК, ЛР
		2.5	Времена излучательной и безызлучательной рекомбинации	ЛК, ЛР
		2.6	Внутренняя и внешняя квантовая эффективность излучения	ЛК, ЛР
		2.7	Время жизни фотона в резонаторе	ЛК, ЛР
Раздел 3	Оптические характеристики полупроводниковых материалов для полупроводниковых лазеров	3.1	Связь между вещественной и мнимой частями диэлектрической проницаемости	ЛК, ЛР
		3.2	Показатели преломления твердых растворов	ЛК, ЛР
		3.3	Волноводная модель инжекционного лазера	ЛК, ЛР
		3.4	Инжекционный лазер	ЛК, ЛР
		3.5	Скоростные уравнения для лазерного диода (ЛД)	ЛК, ЛР
		3.6	Физическая модель инжекционного лазера	ЛК, ЛР
		3.7	Типы лазерных структур	ЛК, ЛР
Раздел 4	ЛД с узким каналом генерации	4.1	Основные механизмы изменения показателя преломления активного слоя при протекании тока	ЛК, ЛР
		4.2	Образование оптического волновода в плоскости активного слоя при накачке ЛД	ЛК, ЛР
		4.3	ЛД с контактом в виде узкой полоски	ЛК, ЛР
		4.4	ЛД с зарощенным каналом генерации	ЛК, ЛР
		4.5	ЛД с узким контактом и с волноводным ограничением за счет изменения эффективного показателя преломления	ЛК, ЛР
Раздел 5	Характеристики излучения ЛД	5.1	Ватт-амперная характеристика излучения ЛД	ЛК, ЛР
		5.2	Спектральные характеристики излучения ЛД	ЛК, ЛР
		5.3	Спектр излучения ЛД	ЛК, ЛР
		5.4	Температурная зависимость длины волны излучения	ЛК, ЛР
		5.5	Одночастотный режим генерации ЛД	ЛК, ЛР
Раздел 6	Динамические характеристики ЛД	6.1	Скоростные уравнения	ЛК, ЛР
		6.2	Задержка включения и частота модуляции	ЛК, ЛР
		6.3	Релаксационные колебания и влияние спонтанного излучения	ЛК, ЛР
		6.4	Влияние нелинейности коэффициента усиления на частотные характеристики ЛД	ЛК, ЛР
		6.5	Эквивалентная схема быстродействующего ЛД	ЛК, ЛР
		6.6	Получение сверхкоротких световых импульсов	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
		6.7	Спектр излучения ЛД в режиме частотной модуляции тока накачки или при накачке импульсами тока	ЛК, ЛР
		6.8	Модуляция ЛД большим сигналом	ЛК, ЛР
		6.9	Сводка основных формул и параметров, используемых для проведения решений скоростных уравнений	ЛК, ЛР
Раздел 7	Лазерные диоды с распределенной обратной связью	7.1	Уравнения связанных волн	ЛК, ЛР
		7.2	Пороговые условия и спектр продольных мод	ЛК, ЛР
		7.3	ЛД с распределенной обратной связью	ЛК, ЛР
		7.4	ЛД с распределенным брэгговским зеркалом	ЛК, ЛР
		7.5	Особенности пространственных характеристик ЛД-РОС и ЛД-РБЗ	ЛК, ЛР
		7.6	Селекция длины волны в ЛД с помощью волоконных дифракционных брэгговских решеток	ЛК, ЛР
Раздел 8	Методы измерения параметров излучения лазерных диодов	8.1	Измерение мощности излучения	ЛК, ЛР
		8.2	Измерение длины волны излучения	ЛК, ЛР
		8.3	Измерение расходимости излучения ЛД	ЛК, ЛР
		8.4	Контроль поляризации излучения	ЛК, ЛР
		8.5	Измерение ширины линии излучения одночастотных ЛД	ЛК, ЛР
Раздел 9	Методы формирования лазерных диодов	9.1	Выращивание гетероструктур	ЛК, ЛР
		9.2	Формирование активного (излучающего) элемента ЛД	ЛК, ЛР
		9.3	Конструкции ЛД	ЛК, ЛР

* - 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.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	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. Динамика полупроводниковых лазеров: Учебное пособие для вузов Р. А. Шаховой. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 404 с. — ISBN 978-5-507-48267-2
- <https://e.lanbook.com/book/367466>
2. Лазеры: устройство и действие : учебное пособие 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>

Дополнительная литература:

1. А.Е.Жуков, М.В.Максимов, Современные инжекционные лазеры, СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, С-Петербург, 2009. - 276 с
2. А.Е.Жуков, Основы физики и технологии полупроводниковых лазеров, СПб: Изд-во Академ. унта, 2016. - 364 с
3. Кейси, Х. Лазеры на гетероструктурах : В 2-х т. / Х. Кейси, М. Паниш ; Перевод А. Е. Дракина. - М. : Мир, 1981

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 «Основы проектирования лазеров».

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

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

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Багаев Тимур

Анатольевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность БУП

Попов Сергей Викторович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент

Должность, БУП

Макеев Мстислав

Олегович

Фамилия И.О.