

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 21.05.2025 10:30:23
Уникальный программный ключ:
sa953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**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

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

(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)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Квантовая электроника» входит в программу бакалавриата «Нанотехнологии и наноматериалы в приборостроении» по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» и изучается в 3, 4 семестрах 2 курса. Дисциплину реализует Базовая кафедра «Нанотехнологии и микросистемная техника». Дисциплина состоит из 8 разделов и 52 тем и направлена на изучение основных приборов квантовой электроники: твердотельные лазеры, газоразрядные лазеры, инжекционные и полупроводниковые лазеры, волоконно-оптические лазеры и описание элементной базы для управления пространственно-временными, спектральными и энергетическими характеристиками лазерного излучения. Изучение дисциплины предусматривает приобретение практических навыков расчета конструкций, выбора элементной базы и определения оптоэлектронных характеристик приборов квантовой электроники.

Целью освоения дисциплины является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области физики работы приборов на квантовых переходах и их конструктивных особенностях, в частности работы лазеров.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Квантовая электроника» 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-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;
ОПК-8	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-8.1 Знает принципы работы современных информационных технологий; ОПК-8.2 Умеет использовать современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности в области наноинженерии;
ПК-5	Способен разрабатывать первичный вариант описания микроэлектромеханической системы на уровне принципиальной схемы	ПК-5.1 Знает современное программное обеспечение для разработки описания микроэлектромеханической системы на уровне принципиальной схемы; ПК-5.2 Владеет навыками разработки первичного варианта принципиальной схемы микроэлектромеханической системы;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Квантовая электроника» 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 «Квантовая электроника».

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-7	Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии		Основы проектирования лазеров; Основы наноустройств; Оптика и физика лазеров; Функциональные наноматериалы; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Преддипломная практика; Технологическая практика (учебная); Научно-исследовательская работа;
ОПК-8	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Цифровая грамотность;	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Технологическая практика; Преддипломная практика; Научно-исследовательская работа;
ПК-5	Способен разрабатывать первичный вариант описания микроэлектромеханической системы на уровне принципиальной схемы		Моделирование полупроводниковых наноструктур для информационных систем; Прикладная оптика и оптические измерения; 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 «Квантовая электроника» составляет «8» 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	4
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	140		72	68
Лекции (ЛК)	70		36	34
Лабораторные работы (ЛР)	35		18	17
Практические/семинарские занятия (СЗ)	35		18	17
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	103		27	76
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	45		9	36
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	288	108	180
	зач.ед.	8	3	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	Законы излучения абсолютно черного тела	1.1	Понятие абсолютно черного тела. Спектр излучения абсолютно черного тела.	ЛК
		1.2	Закон Стефана — Больцмана	ЛК
		1.3	Закон Рэлея — Джинса	ЛК
		1.4	Первый и второй закон излучения Вина	ЛК
		1.5	Закон смещения Вина	ЛК, СЗ
		1.6	Закон Планка	ЛК, СЗ
Раздел 2	Квантовая теория строения атома	2.1	Спектры водорода	ЛК
		2.2	Форма Ридберга	ЛК, СЗ
		2.3	Модель атома Бора. Постулаты Бора	ЛК
		2.4	Вывод постоянной Ридберга через модель Бора.	ЛК, ЛР
		2.5	Применимость модели атома Бора. Преимущества и недостатки	ЛК
		2.6	Гипотеза Луи де Бройля	ЛК
		2.7	Понятие волновой функции	ЛК, СЗ
		2.8	Принцип неопределенности Гейзенберга	ЛК, СЗ
		2.9	Уравнение Шредингера	ЛК, СЗ
		2.10	Решение стационарного уравнения Шредингера для электрона в одномерной потенциальной яме с бесконечными стенками. Причины квантовая энергии	ЛК, ЛР, СЗ
		2.11	Решение стационарного уравнения Шредингера для электрона в атоме водорода	ЛК, ЛР
		2.12	Квантовые числа. Интерпретация квантовых чисел для электронов в атоме	ЛК, ЛР
Раздел 3	Нетепловое излучение	3.1	Виды и природа нетеплового излучения	ЛК
		3.2	Люминесценция. Стоксов сдвиг	ЛК
		3.3	Спонтанное и вынужденное излучение	ЛК, СЗ
		3.4	Условия для вынужденного излучения. Инверсная населенность	ЛК, СЗ
Раздел 4	Виды энергетических конфигураций для достижения инверсной населенности	4.1	Двухуровневая энергетическая конфигурация	ЛК
		4.2	Трехуровневая энергетическая конфигурация. Рубиновый лазер.	ЛК, СЗ
		4.3	Четырехуровневая энергетическая конфигурация. Неодимовый лазер	ЛК, СЗ
Раздел 5	Устройство лазера	5.1	Понятие лазера	ЛК
		5.2	Понятие активного вещества	ЛК
		5.3	Понятие оптического резонатора. Виды оптических резонаторов для лазера. Моды оптического резонатора	ЛК, СЗ
		5.4	Система накачки активного вещества	ЛК
Раздел 6	Классификация лазеров по активному веществу	6.1	Общая классификация лазеров по активному веществу	ЛК
		6.2	Виды накачки для лазеров различных типов	ЛК
		6.3	Твердотельные лазеры	ЛК
		6.4	Волоконные лазеры	ЛК
		6.5	Полупроводниковые лазеры	ЛК
		6.6	Газовые лазеры	ЛК
		6.7	Молекулярные и эксимерные лазеры. Лазеры на парах металлов. Химические лазеры	ЛК
		6.8	Жидкостные лазеры	ЛК
		6.9	Лазеры на свободных электронах	ЛК
Раздел 7	Режимы работы лазеров	7.1	Непрерывный режим работы лазера	ЛК, СЗ
		7.2	Импульсный режим работы лазера	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
		7.3	Квазинепрерывный режим работы лазера	ЛК, СЗ
		7.4	Режим с модуляцией добротности оптического резонатора. Понятие добротности осциллирующей системы	ЛК
		7.5	Пассивные модуляторы добротности. Механический модулятор добротности	ЛК, СЗ
		7.6	Электрооптический эффект. Ячейка Поккельса и ячейка Керра	ЛК, ЛР
		7.7	Акустооптический эффект. Акустооптический модулятор добротности	ЛК, СЗ
		7.8	Режим синхронизации продольных мод	ЛК, СЗ
Раздел 8	Основы нелинейной оптики	8.1	Основные понятия нелинейной оптики. Нелинейная поляризуемость среды	ЛК
		8.2	Самофокусировка и дефокусировка. Филаментация лазерного излучения	ЛК, СЗ
		8.3	Нелинейные оптические среды	ЛК, СЗ
		8.4	Оптическое детектирование	ЛК, СЗ
		8.5	Генерация четных гармоник лазерного излучения	ЛК, ЛР
		8.6	Многофотонные процессы при взаимодействии лазерного излучения с веществом	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.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	
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.	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
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. Савельев И. В. Курс физики. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 308 с. – 2024

2. Киселев Г. Л. Квантовая и оптическая электроника. Издательство: Лань, 2022 г

Дополнительная литература:

1. Борейшо А. С., Ивакин С. В. Лазеры: устройство и действие. – издательство: Лань, 2022 г.

2. Звелто, Орацио. Принципы лазеров. Мир, 1990.

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 «Квантовая электроника».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Гостева Екатерина
Александровна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность БУП

Подпись

Попов Сергей Викторович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Макеев Мстислав
Олегович

Фамилия И.О.