

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Компьютерная фотоника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
КВАНТОВЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.03.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	4 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	4 семестр - 8 часов;
Практические занятия	4 семестр - 8 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	4 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	4 семестр - 160,2 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	4 семестр - 1,5 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	4 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Паршин В.А.
	Идентификатор	R683b30a4-ParshinVA-d4b11303

В.А. Паршин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

Н.М.
Скорнякова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

Н.М.
Скорнякова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение физических основ квантовой и оптической электроники, принципов действия приборов, использующих квантовые и оптические эффекты

Задачи дисциплины

- изучение физических основ работы квантовых приборов, их устройства, параметров и характеристик;
- изучение физических основ работы оптоэлектронных приборов, их устройства, параметров и характеристик;
- изучение физических основ работы устройств хранения и отображения информации.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении	ИД-1 _{опк-3} Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	знать: - физические принципы работы, возможности, технические характеристики и параметры устройств квантовой и оптической электроники. уметь: - использовать физические принципы работы, возможности, технические характеристики и параметры устройств квантовой и оптической электроники.
ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении	ИД-2 _{опк-3} Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	знать: - физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия квантовых и оптических приборов. уметь: - использовать физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия квантовых и оптических приборов; - использовать на практике известные методы построения экспериментальных лазерных и оптоэлектронных схем, схем с использованием оптических волокон и устройств на их основе, схем регистрации параметров лазерного излучения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Компьютерная фотоника (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.01 Приборостроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Основы квантовой электроники	23.40	4	1.4	-	1.4	-	0.30	-	0.30	-	20	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> работа ориентирована на изучение дополнительного материала по разделу "Основы квантовой электроники"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п. 1, п. 2 [3], гл. 1, гл. 2, гл. 4</p>
1.1	Взаимодействие излучения с веществом	11.70		0.7	-	0.7	-	0.15	-	0.15	-	10	-	
1.2	Основные понятия квантовой электроники	11.70		0.7	-	0.7	-	0.15	-	0.15	-	10	-	
2	Общий принцип работы лазеров	32.76	4	1.8	-	1.8	-	0.36	-	0.3	-	28.5	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> работа ориентирована на изучение дополнительного материала по разделу "Общий принцип работы лазеров"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п. 6, п. 7 [3], гл. 5, гл. 6, гл. 7, гл. 13</p>
2.1	Устройство и принцип работы лазеров	10.92		0.6	-	0.6	-	0.12	-	0.1	-	9.5	-	
2.2	Свойства лазерного излучения	10.92		0.6	-	0.6	-	0.12	-	0.1	-	9.5	-	
2.3	Типы лазеров	10.92		0.6	-	0.6	-	0.12	-	0.1	-	9.5	-	

3	Мазеры	22.00	1.2	-	1.2	-	0.30	-	0.30	-	19.0	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> работа ориентирована на изучение дополнительного материала по разделу "Мазеры"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], гл. 11</p>
3.1	Парамагнитные усилители	11.00	0.6	-	0.6	-	0.15	-	0.15	-	9.5	-	
3.2	Пучковые генераторы	11.00	0.6	-	0.6	-	0.15	-	0.15	-	9.5	-	
4	Основы оптоэлектроники	32.76	1.8	-	1.8	-	0.36	-	0.3	-	28.5	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> работа ориентирована на изучение дополнительного материала по разделу "Основы оптоэлектроники"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с. 1-63 [2], п. 3, п. 4, п. 5 [3], гл. 3, гл. 8</p>
4.1	Главные термины оптики	10.92	0.6	-	0.6	-	0.12	-	0.1	-	9.5	-	
4.2	Этапы развития оптоэлектроники	10.92	0.6	-	0.6	-	0.12	-	0.1	-	9.5	-	
4.3	Фотоэлектронные приемники	10.92	0.6	-	0.6	-	0.12	-	0.1	-	9.5	-	
5	Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)	32.76	1.8	-	1.8	-	0.36	-	0.3	-	28.5	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> работа ориентирована на изучение дополнительного материала по разделу "Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p>
5.1	Элементная база ВОЛС	10.92	0.6	-	0.6	-	0.12	-	0.1	-	9.5	-	
5.2	Голографические системы хранения и обработки информации	10.92	0.6	-	0.6	-	0.12	-	0.1	-	9.5	-	
5.3	Системы отображения информации	10.92	0.6	-	0.6	-	0.12	-	0.1	-	9.5	-	

														[3], гл. 8
	Экзамен	36.32	-	-	-	-	0.32	-	-	0.3	-		35.7	
	Всего за семестр	180.00	8.0	-	8.0	-	2.00	-	1.50	0.3	124.5		35.7	
	Итого за семестр	180.00	8.0	-	8.0		2.00		1.50	0.3			160.2	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основы квантовой электроники

1.1. Взаимодействие излучения с веществом

История квантовой электроники. Взаимодействие излучения с веществом. Форма и ширина спектральной линии.

1.2. Основные понятия квантовой электроники

Фундаментальные термины физической и квантовой оптики, основные параметры и свойства ЭМ-излучения. Волна, распространяющаяся в вакууме; плоская и сферическая волна.

2. Общий принцип работы лазеров

2.1. Устройство и принцип работы лазеров

Рабочее вещество. Инверсия населенности. Двухуровневая система. Трёхуровневые системы. Четырёхуровневая система. Оптические резонаторы. Условия самовозбуждения и насыщения усиления. Импульсная генерация, модуляция добротности и синхронизация мод.

2.2. Свойства лазерного излучения

Монохроматичность. Когерентность. Поляризация. Направленность. Яркость и мощность излучения.

2.3. Типы лазеров

Твердотельные лазеры. Рубиновый лазер. Неодимовый лазер. Газовые лазеры. Атомные лазеры. Полупроводниковые лазеры.

3. Мазеры

3.1. Парамагнитные усилители

Основные идеи и принципы. Усилители бегущей волны. Резонаторные усилители.

3.2. Пучковые генераторы

Генераторы на аммиаке. Генераторы на водороде.

4. Основы оптоэлектроники

4.1. Главные термины оптики

Взаимодействие оптического излучения с веществом. Квантовая теория света. Механизмы излучательных переходов в атоме: спонтанное излучение, вынужденное поглощение, вынужденное излучение. Изотропная среда; прохождение излучения через изотропную среду. Закон Бугера: поглощение и усиление излучения. Логарифмический коэффициент усиления, эффективное сечение поглощения и усиления.

4.2. Этапы развития оптоэлектроники

Источники излучения. Светодиоды. Полупроводниковые лазеры на n-p переходе.

4.3. Фотоэлектронные приемники

Поглощение оптического излучения полупроводниками. Фотоэлектрический эффект в p-р переходе. Фотоэлектронные приборы в вентильном режиме. Фотодиоды. Фототранзисторы и фоторезисторы. Оптоэлектронные пары.

5. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)

5.1. Элементная база ВОЛС

Классификация ВОЛС.

5.2. Голографические системы хранения и обработки информации

Голографическое запоминающее устройство. Голографические схемы записи и считывания информации.

5.3. Системы отображения информации

Особенности зрительного восприятия информации. Физические эффекты, используемые для отображения информации. Жидкокристаллические индикаторы. ЖК индикаторные панели. Электролюминесцентные индикаторы.

3.3. Темы практических занятий

1. Свойства лазерного излучения. Типы лазеров;
2. Системы отображения информации;
3. Голографические системы хранения и обработки информации;
4. Волоконно-оптические линии связи;
5. Фотоэлектронные приемники;
6. Устройство и принцип работы лазеров;
7. Устройство и принцип работы мазеров.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Рассмотрение трудных аспектов раздела "Основы квантовой электроники".
2. Рассмотрение трудных аспектов раздела "Общий принцип работы лазеров".
3. Рассмотрение трудных аспектов раздела "Мазеры".
4. Рассмотрение трудных аспектов раздела "Основы оптоэлектроники".
5. Рассмотрение трудных аспектов раздела "Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)".

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
физические принципы работы, возможности, технические характеристики и параметры устройств квантовой и оптической электроники	ИД-1 _{ОПК-3}	+					Тестирование/Фундаментальные понятия квантовой физики
физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия квантовых и оптических приборов	ИД-2 _{ОПК-3}				+		Тестирование/Взаимодействие излучения с веществом
Уметь:							
использовать физические принципы работы, возможности, технические характеристики и параметры устройств квантовой и оптической электроники	ИД-1 _{ОПК-3}		+				Контрольная работа/Свойства, типы и принцип работы лазеров
использовать на практике известные методы построения экспериментальных лазерных и оптоэлектронных схем, схем с использованием оптических волокон и устройств на их основе, схем регистрации параметров лазерного излучения	ИД-2 _{ОПК-3}					+	Контрольная работа/Структура ВОЛС
использовать физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия квантовых и оптических приборов	ИД-2 _{ОПК-3}			+			Контрольная работа/Парамагнитные усилители и пучковые генераторы

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

4 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Взаимодействие излучения с веществом (Тестирование)
2. Структура ВОЛС (Контрольная работа)
3. Фундаментальные понятия квантовой физики (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Парамагнитные усилители и пучковые генераторы (Контрольная работа)
2. Свойства, типы и принцип работы лазеров (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №4)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 4 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Антонов, В. А. Приборы квантовой электроники оптического диапазона : Учебное пособие по курсу "Оптическая и квантовая электроника" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / В. А. Антонов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 63 с. - ISBN 5-7046-0982-1 .;
2. Л. И. Шангина- "Квантовая и оптическая электроника", Издательство: "Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники", Томск, 2012 - (303 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208584>;
3. Киселев Г. Л.- "Квантовая и оптическая электроника", (5-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (316 с.)
<https://e.lanbook.com/book/233291>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовые и оптические системы

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Фундаментальные понятия квантовой физики (Тестирование)
 КМ-2 Свойства, типы и принцип работы лазеров (Контрольная работа)
 КМ-3 Парамагнитные усилители и пучковые генераторы (Контрольная работа)
 КМ-4 Взаимодействие излучения с веществом (Тестирование)
 КМ-5 Структура ВОЛС (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	6	12	9	15
1	Основы квантовой электроники						
1.1	Взаимодействие излучения с веществом	+					
1.2	Основные понятия квантовой электроники	+					
2	Общий принцип работы лазеров						
2.1	Устройство и принцип работы лазеров			+			
2.2	Свойства лазерного излучения			+			
2.3	Типы лазеров			+			
3	Мазеры						
3.1	Парамагнитные усилители				+		
3.2	Пучковые генераторы				+		
4	Основы оптоэлектроники						
4.1	Главные термины оптики					+	
4.2	Этапы развития оптоэлектроники					+	
4.3	Фотоэлектронные приемники					+	

5	Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)					
5.1	Элементная база ВОЛС					+
5.2	Голографические системы хранения и обработки информации					+
5.3	Системы отображения информации					+
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20