Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70b1b0a057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации производственных процессов

Кафедра электроники и радиофизики

УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по учебной работе
_____ Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Дополнительные главы квантовой и оптической электроники
(наименование дисциплины)

03.04.03 Радиофизика
(код, наименование направления)

Инженерно-физические технологии в промышленности
(магистерская программа)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, очно-заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Лазерное излучение обладает многими специфическими свойствами, которые открыли совершенно новые возможности и области приложений квантовой оптики: в большом количестве появились новые технологии в микроэлектронике, обработке, хранении и передаче информации, в приборостроении, в обработке материалов, связи, медицине, военной технике, в точных измерениях, в науках о жизни, в искусстве и т.д.

Появление и развитие новых технологий на базе лазерной физики и техники обусловлено в первую очередь разнообразием явлений и процессов, возникающих при взаимодействии лазерного излучения с веществом.

В дисциплине «Дополнительные главы квантовой и оптической электроники» рассматриваются основные типы устройств квантовой радиофизики и электроники, и сфера их применения в науке и технике. В программе дисциплины особое внимание уделено изучению явлений и эффектов, возникающих при взаимодействии лазерного излучения с веществом:

- взаимодействие света с веществом в активной среде лазеров (спонтанное и вынужденное поглощение света, процессы рассеяния и диссипации энергии);

- резонансное поглощение света газами, жидкостями и биотканями как основа процессов разделения изотопов в атомной промышленности и фармацевтике, в биологии и биометрии, многих разделов лазерной медицины, диагностики, терапии и некоторых видов хирургии;

- нерезонансное взаимодействие лазерного излучения с веществом, в том числе его силовое воздействие на металлы, полупроводники и диэлектрики (эти процессы лежат в основе лазерных технологий обработки материалов);

- нелинейные эффекты распространение света в прозрачных слабопоглощающих средах при высоких интенсивностях света (оптический пробой), которые лежат в основе многих технологий, например, лазерного зажигания двигателей внутреннего сгорания и дизелей, создания лазерной плазмы для термоядерных реакций, лазерных реактивных двигателей.

Цель дисциплины: расширение и углубление знаний в области физики явлений, используемых в квантовых приборах, процессов взаимодействия излучения мазеров, лазеров и других устройств квантовой радиофизики с веществом при распространении этого излучения в различных средах для решения широкого круга задач профессиональной и научно-исследовательской деятельности.

Задачи дисциплины:

- систематизация знаний физических основ работы квантовых приборов СВЧ и оптического диапазона;

- знакомство с современными технологиями лазерной медицины, лазерными технологиями обработки материалов, и другими технологиями прикладного использования излучения СВЧ и оптического диапазона излучения;

- анализ взаимодействия излучения с веществом в различных средах и методов математического описания этого взаимодействия;

- обзор практического использования приборов и технологий квантовой радиофизики и квантовой электроники в различных сферах науки и техники;

- получение представлений о последних достижениях и перспективах развития квантовой радиофизики и квантовой электроники.

Дисциплина направлена на формирование профессиональной компетенции (ПК-2) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», в часть, формируемую участниками образовательных отношений подготовки по направлению 03.04.03 Радиофизика (магистерская программа «Инженерно-физические технологии в промышленности»).

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Изучение дисциплины «Дополнительные главы квантовой и оптической электроники» основывается на базе дисциплин «Квантовая радиофизика. Квантовые приборы», «Радиофизические измерения», «Проектирование и эксплуатация лазерного технологического оборудования», «Современные радиофизические методы диагностики», «Информационно-измерительные и управляющие системы», «Радиофизические системы», «Современные радиофизические методы диагностики», которые были освоены студентами на предыдущих стадиях в рамках основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавра и на этапе обучения по магистерской программе. Полученные ранее знания по уже изученным дисциплинам систематизируются, закрепляются и углубляются, фокусируя основное внимание на аспектах прикладного использования теории и инструментария квантовой оптики.

В свою очередь, «Дополнительные главы квантовой и оптической электроники» являются дополнением дисциплин «Квантовые и оптические технологии», «Лазерные и плазменные технологии обработки материалов» и обеспечивает подготовку магистрантов к выполнению научно-исследовательской деятельности в области радиофизики, является основой для подготовки к решению задач научно-исследовательской и преддипломной практики на пути подготовки выпускной квалификационной работы магистра.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы 144 ак.ч.

Для очной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (54 ак.ч.), практические (36 ак.ч.з) занятия и самостоятельная работа обучающегося (54 ак.ч.). Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Для очно-заочной формы обучения программой предусмотрены: лекционные (12 ак.ч.), практические (12 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа обучающегося (120 ак.ч.). Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Дополнительные главы квантовой и оптической электроники» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 –Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен критически анализировать современные инженерно-физические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, анализировать, обобщать и применять полученные результаты	ПК-2	ПК-2.2. Умеет ставить задачи в области профессиональной деятельности, предлагать пути их решения; разрабатывать и применять наиболее подходящие теоретические и экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачетных единицы 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает подготовку к лекциям и практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		2
Аудиторная работа, в том числе:	90	90
Лекции (Л)	54	54
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	54	54
Подготовка к лекциям	18	18
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	20	20
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание (индивидуальное задание)	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	6	6
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	-	-
Подготовка к экзамену	10	10
Промежуточная аттестация – зачет (Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 10 разделов:

– раздел 1 (Физические основы квантовой электроники);

– раздел 2 (Квантовые усилители и генераторы: мазеры, лазеры);

– раздел 3 (Резонаторы);

– раздел 4 (Динамика излучения лазеров);

– раздел 5 (Генерация коротких и сверхкоротких импульсов и методы управления параметрами излучения лазеров);

– раздел 6 (Основные нелинейные эффекты в различных средах и их применение).

– раздел 7 (Основные лазерные параметры и методы их измерения).

– раздел 8 (Устройства для управления параметрами лазерного излучения).

– раздел 9 (Источники накачки и питания лазеров различных типов).

– раздел 10 (Основные области применения приборов и технологий квантовой электроники).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и очно-заочной формы приведены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Физические основы квантовой электроники	Оптические и безизлучательные переходы в квантовых системах. Спонтанное и вынужденное излучения. Энергетические состояния и квантовые переходы в атомных системах	6	Механизмы уширения спектральных линий. Релаксация. Оценки времена поперечной и продольной релаксаций. Инверсия населенностей энергетических состояний. Коэффициент усиления лазерной среды	4	-	-
2	Квантовые усилители и генераторы: мазеры, лазеры	Парамагнитные усилители СВЧ Оптические квантовые усилители. Мазеры. Пучковые генераторы. Газовые лазеры Лазеры на твердых активных средах Полупроводниковые инжекционные лазеры, Лазеры на гетероструктурах, Преобразователи частоты излучения и перестраиваемые лазеры:	14	Принципы работы лазеров. Классификация лазеров с учетом методов накачки. Усилители бегущей волны. Резонансные усилители. Определение основных характеристик и показателей работы усилителей... Лазерные генераторы. Условия самовозбуждения. Спектр излучения. Переходные процессы в генераторе. Генераторы с нестационарными параметрами. Генераторы с модулированной добротностью. Генераторы с нелинейными потерями. Генераторы с нелинейными поглощающими фильтрами.	14	-	-
3	Резонаторы	Объемные резонаторы СВЧ. Оптические резонаторы; основные типы открытых резонаторов: плоскопараллельные, конфокальные, устойчивые, неустойчивые, кольцевые	6	Типы колебаний, собственные частоты, добротность оптических резонаторов. Методы селекций продольных и поперечных типов колебаний. Пространственные и угловые характеристики излучения лазеров	2	-	-

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
4	Динамика излучения лазеров	Активные среды с однородно-уширенной линией, кинетические уравнения, уравнения переноса. Анализ кинетики одномодового генератора. Взаимодействие различных типов колебаний. Роль насыщения и неоднородности накачки. Конкуренция мод, многомодовый режим	6	Динамика полупроводниковых лазеров и газовых лазеров с допплеровской линией. Шумы излучения. Методы стабилизации интенсивности и частоты излучения лазеров.	2	-	-
5	Генерация коротких и сверхкоротких импульсов и методы управления параметрами излучения лазеров	Генерация коротких и сверхкоротких импульсов Методы управление параметрами излучения лазеров	4	-	-	-	-
6	Основные нелинейные эффекты в различных средах и их применение	Основные понятия нелинейной оптики. Виды нелинейных эффектов	4	Преобразование частоты лазерного излучения, генерация гармоник и комбинационных частот, параметрическое усиление и параметрическая генерация света	4	-	-
7	Основные лазерные параметры и методы их измерения	Основные лазерные параметры и методы их измерения	4	Основные лазерные параметры и методы их измерения	2	-	-
8	Устройства для управления параметрами лазерного излучения	Устройства для управления параметрами лазерного излучения	2	Принцип работы, методы расчета, синхронизация внешним сигналом.	4	-	-

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
9	Источники накачки и питания лазеров различных типов	Источники накачки и питания лазеров различных типов	4	Источники накачки и питания лазеров различных типов	2	-	-
10	Основные области применения приборов и технологий квантовой электроники	Основные области применения приборов и технологий квантовой электроники	4	Центр лазерно-оптических измерений (ЦЛОИ) «Орион» ДонГТУ. Лазерная локационная станция астрономической обсерватории. Параметры и характеристики оборудования. Источник излучения ЛЛС. Измерение энергии излучения	2	-	-
Всего аудиторных часов		-	54	-	36	-	-

Таблица 4 –Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
1	Физические основы квантовой электроники	Оптические и безизлучательные переходы в квантовых системах. Спонтанное и вынужденное излучения. Энергетические состояния и квантовые переходы в атомных системах	1	Механизмы уширения спектральных линий. Релаксация. Оценки времена поперечной и продольной релаксаций. Инверсия населенностей энергетических состояний. Коэффициент усиления лазерной среды	1	-	-
2	Квантовые усилители и генераторы: мазеры, лазеры	Парамагнитные усилители СВЧ Оптические квантовые усилители. Мазеры. Пучковые генераторы. Газовые лазеры Лазеры на твердых активных средах Полупроводниковые инжекционные лазеры, Лазеры на гетероструктурах, Преобразователи частоты излучения и перестраиваемые лазеры:	3	Принципы работы лазеров. Классификация лазеров с учетом методов накачки. Усилители бегущей волны. Резонансные усилители. Определение основных характеристик и показателей работы усилителей... Лазерные генераторы. Условия самовозбуждения. Спектр излучения. Переходные процессы в генераторе. Генераторы с нестационарными параметрами. Генераторы с модулированной добротностью. Генераторы с нелинейными потерями. Генераторы с нелинейными поглощающими фильтрами.	4	-	-
3	Резонаторы	Объемные резонаторы СВЧ. Оптические резонаторы; основные типы открытых резонаторов: плоскопараллельные, конфокальные, устойчивые, неустойчивые, кольцевые	1	Типы колебаний, собственные частоты, добротность оптических резонаторов. Методы селекций продольных и поперечных типов колебаний. Пространственные и угловые характеристики излучения лазеров	1	-	-

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических занятий	ак.ч.	Тема лабораторных занятий	ак.ч.
4	Динамика излучения лазеров	Активные среды с однородно-уширенной линией, кинетические уравнения, уравнения переноса. Анализ кинетики одномодового генератора. Взаимодействие различных типов колебаний. Роль насыщения и неоднородности накачки. Конкуренция мод, многомодовый режим	1	Динамика полупроводниковых лазеров и газовых лазеров с допплеровской линией. Шумы излучения. Методы стабилизации интенсивности и частоты излучения лазеров.	1	-	-
5	Генерация коротких и сверхкоротких импульсов и методы управления параметрами излучения лазеров	Генерация коротких и сверхкоротких импульсов Методы управление параметрами излучения лазеров	1	-	-	-	-
6	Основные нелинейные эффекты в различных средах и их применение	Основные понятия нелинейной оптики. Виды нелинейных эффектов	1	Преобразование частоты лазерного излучения, генерация гармоник и комбинационных частот, параметрическое усиление и параметрическая генерация света	1	-	-
7	Основные лазерные параметры и методы их измерения	. Основные лазерные параметры и методы их измерения	1	. Основные лазерные параметры и методы их измерения	1		
8	Устройства для управления параметрами лазерного излучения	Устройства для управления параметрами лазерного излучения	1	Принцип работы, методы расчета, синхронизация внешним сигналом.	1		
9	Источники накачки и питания лазеров различных типов	Источники накачки и питания лазеров различных типов	1	Источники накачки и питания лазеров различных типов	2		

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ак.ч.	Содержание практических занятий	ак.ч.	Тема лабора-торных занятий	ак.ч.
10	Основные области применения приборов и технологий квантовой электроники	Основные области применения приборов и технологий квантовой электроники	1	-	-		
Всего аудиторных часов		-	12	-	12	-	-

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-2	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Критерии оценки знаний студентов.

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

– тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 работы) – всего 60 баллов;

– практические работы – всего 40 баллов;

Итоговая оценка по дисциплине проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время экзамена студент имеет право повысить итоговую оценку. Эк-

замен по дисциплине «Дополнительные главы квантовой и оптической электроники» проводится в форме устного экзамена по вопросам, представленным ниже (п.п. 6.4), либо в результате тестирования.

6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания обучающиеся выполняют:

– проработку лекционного материала;

– подготовку к практическим занятиям;

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости-

1. Лазеры функционируют:

1)на основе α-излучения; 2)на основе β-излучения;
3)на основе γ -излучения; 4)на основе индуцированного излучения;
5)на основе спонтанного излучения.

2. В двухуровневой системе при термодинамическом равновесии:

1) населённость верхнего уровня выше, чем нижнего;
2) населённость нижнего уровня выше, чем верхнего;
3) населённости уровней равны; 4) ни один из уровней не заселен.

3. Вероятность квантовых переходов описывается с помощью:

1) коэффициентов Кронекера; 2) коэффициентов Эйнштейна;
3) коэффициентов Онзакера; 4) коэффициентов прозрачности;
5) коэффициентов диффузии.

4. При доплеровском уширении линия имеет:

1) лоренцеву форму; 2) гауссову форму;
3) параболическую форму; 4) игольчатую форму.

5. Усиление активной среды в режиме генерации лазера определяется:

1)только интенсивностью излучения;
2)только шириной линии излучения;
3)интенсивностью излучения и длиной волны;
4)интенсивностью излучения и фактором насыщения;
5)частотой излучения и шириной линии излучения.

6. При размещении активной среды в оптическом резонаторе:

1)добротность резонатора не изменяется;
2)добротность возрастает;
3)добротность падает;
4)добротность модулируется с частотой излучения.

7. Лазер с устойчивым резонатором в режиме одной низшей моды имеет на выходе:
1) пучок TEM10; 2) пучок TEM01; 3) пучок TEM11;
4) пучок TEM00; 5) френелевский пучок

8. В гелий-неоновом лазере генерация в видимом диапазоне обеспечивается инверсией между группами переходов в атоме неона:
1)3s-2s; 2)3p-2p; 3)2s-2p; 4)3s-3p; 5)3s-2p .

9. Принцип Франка-Кондона характеризует квантовые переходы:
1) в атомах; 2) в ионах с однократной ионизацией;
3) в молекулах; 4) в ионах с двукратной ионизацией.

10. Рубиновый лазер работает по схеме:
1) по двухуровневой; 2) по трёхуровневой; 3) по четырёхуровневой;
4)по схеме передачи энергии от донора к акцептору

11. В ИАГ лазере активными примесями в кристалле являются:
1)ионы хрома; 2)ионы алюминия;
3)ионы ванадия; 4)ионы палладия; 5)ионы неодима.

12. В полупроводниковом лазере усиление имеет место:
1) в p-области кристалла; 2) в n-области кристалла;
3) в области p-n перехода; 4) во всём объёме кристалле.

13. В фотодиодах генерация светом избыточных носителей заряда имеет место:
1) во всём объёме кристалле; 2) только в области p-n перехода.
3) в области p-n перехода и в областях, непосредственно примыкающих к области p-n перехода.

14. В основе работы оптических волокон лежит:
1)туннельный эффект; 2)эффект Фредерикса;
3)пьезоэлектрический эффект; 4)эффект термооптический;
5)эффект полного внутреннего отражения.

15. Во многих газовых лазерах выходные окна газоразрядной трубки наклонены относительно ее оси под углом Брюстера. Приводит ли это к изменению числа генерируемых мод в сравнении с их расположением под другим углом?
1) Да, число генерируемых мод уменьшается.
2) Да, число генерируемых мод возрастает.
3) Нет, это приводит лишь к изменению состояния поляризации излучения.
4) Нет, это приводит лишь к увеличению мощности излучения .
5) Правильного ответа не приведено.

16. Можно ли реализовать режим генерации только продольных мод в газовых лазерах, изменяя диаметр газоразрядной трубки при одинаковой длине резонатора?

1) Да, для этого диаметр трубки должен составлять 10% от длины резонатора.
2) Нет, это приводит лишь к изменению мощности излучения.
3) Нет, это приводит лишь к изменению длины волны излучения.
4) Да, для этого необходимо максимально уменьшить диаметр трубки.
5) Правильного ответа не приведено.

17. Для трехкратного уменьшения числа продольных мод, генерируемых в газовом лазере, его оптический резонатор выполнен составным, расстояние между двумя зеркалами, между которыми находится газоразрядная трубка, равно L_1. Дополнительное зеркало расположено от одного из основных на расстоянии L_2. Каким должно быть соотношение этих расстояний?

1) $L_1 = L_2$ 2) $L_1 = 2L_2$ 3) $2L_1 = L_2$ 4) $L_1 = 3L_2$
5) Правильного ответа не приведено.

18. Возможно ли обеспечить режим генерирования только одной продольной моды в лазере за счет уменьшения поперечных размеров объема, занимаемого активной средой?

1) Нет, для этого необходимо увеличить расстояние между зеркалами оптического резонатора.
2) Нет, для этого предпринять специальные меры.
3) Да, для этого поперечные размеры не должны превышать длину волны генерируемого излучения.
4) Да, но при этом ухудшается когерентность излучения.
5) Правильного ответа не приведено.

19. Зеркала газовых лазеров, работающих в видимом диапазоне, как правило, представляют собой многослойные диэлектрические структуры на прозрачной диэлектрической подложке. Почему для этого не используются (или очень редко используются) металлические пленки на той же подложке?

1) Металлические пленки имеют слишком низкий коэффициент отражения для света видимого диапазона
2) Технология нанесения металлических пленок на подложку значительно сложнее, чем процесс получения многослойных диэлектрических зеркал
3) Металлические пленки обладают более высоким поглощением света в видимом диапазоне, чем диэлектрические
4) Металлические пленки не позволяют получить лазерное излучение с линейной поляризацией
5) Правильного ответа не приведено.

20. Какова максимальная величина коэффициента отражения многослойных диэлектрических зеркал?

1) Практически 1; 2) 0,5; 3) От 0,7 до 0,9; 4) Менее 0,5
5) Правильного ответа не приведено.

21 Зависит ли от длины волны света величина коэффициента отражения зеркал с многослойным диэлектрическим покрытием?

1) Нет, не зависит; 2) Да, зависит;
3) В видимом диапазоне эта зависимость очень слаба.
4) Зависит, но только в инфракрасном диапазоне.
5) Правильного ответа не приведено.

22. Как устроены интерференционные оптические фильтры?

1) Это тонкие диэлектрические пленки, нанесенные на противоположные поверхности диэлектрической пластины.
2) Это диэлектрические пленки с толщиной $\lambda/4$, нанесенные на противоположные поверхности диэлектрической пластины.
3) Это металлические пленки с толщиной $\lambda/2$, нанесенные на противоположные поверхности диэлектрической пластины.
4) Это тонкие полупрозрачные металлические пленки, нанесенные на противоположные поверхности диэлектрической пластины.
5) Правильного ответа не приведено.

23. Каково основное отличие конструкции лазерного диода и светодиода?

1) Светодиод не имеет теплоотвода.
2) Светодиод имеет меньшую угловую расходимость излучения.
3) Светодиод не имеет оптического резонатора.
4) Светодиод требует обратного смещения p-n перехода.
5) Правильного ответа не приведено.

24. Что понимается под гетеропереходом?

1) Контакт двух полупроводников с разным типом проводимости.
2) Контакт двух полупроводников с одинаковым типом проводимости.
3) Контакт двух полупроводников с одинаковой шириной запрещенной зоны.
4) Контакт двух полупроводников с разной шириной запрещенной зоны.
5) Правильного ответа не приведено.

25. Какова конструкция оптического резонатора полупроводниковых лазеров с полосковой геометрией на двойной гетероструктуре?

1) Это металлические пленки, нанесенные на торцевые поверхности полупроводникового кристалла.
2) Это диэлектрические пленки, нанесенные на торцевые поверхности полупроводникового кристалла.
3) Это две поверхности, полученные скалыванием кристалла по плоскостям спайности.
4) Это две поверхности, полученные путем химико-механической полировки кристалла.
5) Правильного ответа не приведено.

26. Что из себя представляет электромагнитное поле волноводной моды планарного оптического волновода?

1) Оно имеет характер стоячей волны в направлении распространения и в перпендикулярном к плоскости волновода направлении.
2) Оно имеет характер бегущей волны в направлении распространения и стоячей волны в перпендикулярном к плоскости волновода направлении.
3) Оно имеет характер бегущей волны в направлении распространения и в перпендикулярном к плоскости волновода направлении.
4) Оно имеет характер стоячей волны в направлении распространения и бегущей волны в перпендикулярном к плоскости волновода направлении.
5) Правильного ответа не приведено.

27. Число волноводных мод, существующих в планарном оптическом волноводе, возрастает при:

1) Возрастании длины волны света.
2) Уменьшении разницы показателей преломления волноводного слоя и подложки.
3) Уменьшении длины волны света и увеличении толщины волноводного слоя.
4) Возрастании длины волны света и снижении толщины волноводного слоя.
5) Правильного ответа не приведено.

28. В каких средах проявляется линейный электрооптический эффект?

1) Во всех материальных средах.
2) В оптически изотропных материалах.
3) Во всех кристаллических средах.
4) В кристаллических средах без центра симметрии.
5) Правильного ответа не приведено.

29. В каких средах проявляется квадратичный электрооптический эффект?

1) Во всех материальных средах и в вакууме.
2) Во всех материальных средах, включая жидкости и газы.
3) Во всех кристаллических средах.
4) В кристаллических средах без центра симметрии.
5) Правильного ответа не приведено.

30. Каким преимуществом обладают электрооптические модуляторы фазы с поперечным электрическим полем перед модуляторами с продольным полем?

1) Они обеспечивают большую глубину модуляции, чем элементы с продольным полем.
2) Они могут работать с неполяризованным светом.
3) Они позволяют снизить величину управляющего напряжения за счет изменения соотношения продольного и поперечного размеров кристалла.
4) Их полуволновое напряжение не зависит от размеров кристаллического элемента.

6.4 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Способы описания электромагнитного излучения.
2. Элементы квантовой теории излучения. Квантовые системы.
3. Атом водорода. Квантовые числа.
4. Энергетические состояния атомов.
5 Квантовые переходы. Вероятность перехода.
6. Спонтанное и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна.
7. Дипольное излучение. Правила отбора для электронных переходов.
8. Уширение спектральных линий. Механизмы уширения. Однородное и неоднородное уширение.
9. Принцип работы лазеров и мазеров. Инверсия населенностей.
10. Механизмы заселения (возбуждения) рабочих уровней
11. Механизмы очищения (релаксации) рабочих уровней.
12. Трехуровневая схема генерации.
13. Четырехуровневая схема генерации
14. Оптические резонаторы. Добротность резонатора. Потери в резонаторах.
15. Моды оптического резонатора. Требования к резонаторам.
16. Типы резонаторов. Спектральные характеристики и распределение поля.
17. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Селекция мод.
18. Условие самовозбуждения лазеров. Пороговая энергия накачки. Насыщение усиления. Одномодовая и многомодовая генерация.
19. Нестационарная генерация. Модуляция добротности резонатора. Гигантские импульсы. Синхронизация мод и сверхкороткие лазерные импульсы.
20. Свойства лазерного излучения: монохроматичность, когерентность, направленность, яркость.
21. Нелинейная поляризуемость кристалла и нелинейные оптические эффекты.
22. Генерация гармоник. Условие фазового синхронизма.
23. Параметрическое преобразование и параметрический генератор света.
24. Прочие нелинейно-оптические эффекты: ВКР, ВРМБ, самофокусировка, оптическое просветление, оптический пробой, двухфотонное поглощение.
25. Оптические переходы в полупроводниках.
26. Оптическое поглощение в кристаллах. Механизмы поглощения.
27. Гетеропереходы в полупроводниках. Оптические эффекты в неоднородных структурах.
28. Общая характеристика газовых лазеров. Гелий-неоновый лазер.
29. Ионные лазеры. Аргоновый лазер.

30. Лазеры на самоограниченных переходах (лазеры на парах металлов). Эксимерные и химические лазеры.
31. Молекулярные лазеры. Непрерывные CO2 лазеры.
32. Импульсные CO2 лазеры. Газодинамические лазеры.
33. Газовые лазеры на электронных переходах в молекулах. Азотный лазер.
34. Общая характеристика лазеров на твердом теле.
35. Рубиновый и неодимовый лазеры.
36. Лазеры на красителях.
37. Полупроводниковые лазеры.
38. Лазеры на гетероструктурах.

6.5 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Пихтин, А.Н. Оптическая и квантовая электроника : учебник для студ. вузов / А. Н. Пихтин. - М. : Высшая школа, 2001. - 573 с. (5 экз)

2. Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника / Г. Л. Киселев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 316 с. — ISBN 978-5-507-47285-7. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/353702 (дата обращения: 23.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023. — 78 с. — ISBN 978-5-7339-2069-6. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/398309 (дата обращения: 23.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Юрчук, С. Ю. Приборы квантовой и оптической электроники : лабораторный практикум / С. Ю. Юрчук. - Москва : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2023. - 124 с. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2147950 (дата обращения: 23.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Величко, А. П. Квантовая и оптическая электроника: Практикум: учебное пособие / А. П. Величко. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023. — 111 с. — ISBN 978-5-7339-2058-0. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/398285 (дата обращения: 23.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Электронные и квантовые приборы СВЧ : лабораторный практикум / сост. А. В. Изотов, А. М. Сержантов, А. С. Волошин [и др.]. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. - 68 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1816539 (дата обращения: 23.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

3. Кущ, Г. Г. Приборы и устройства оптического и СВЧ диапазонов: учебное пособие / Г. Г. Кущ, Ж. М. Соколова, Л. И. Шангина. — Москва: ТУСУР, 2012. — 414 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/4953 (дата обращения: 23.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Дулин, В.Н. Электронные и квантовые приборы СВЧ.- 2-е изд. - Москва: Энергия, 1972 - 224 с. (2 экз.)

5. Богданов, А. В. Волоконные технологические лазеры и их применение / А. В. Богданов, Ю. В. Голубенко. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 236 с. — ISBN 978-5-507-47811-8. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/327554 (дата обращения: 23.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Ахманов, С.А., Оптика фемтосекундных лазерных импульсов / С.А. Ахманов, В.А. Выслоух, А.С. Чиркин. - М.: Наука,1988. – 311с. (2 экз.)

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова: официальный сайт. — Белгород. — URL: http://ntb.bstu.ru/jirbis2/. — Текст: электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст: электронный.

5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: http://www.iprbookshop.ru/. —Текст: электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: Аудитория для проведения лекционных и практических занятий (*20 посадочных мест)*, оборудованная специализированной (учебной) мебелью, доска аудиторная, мультимедийная доска – 1 шт.	ауд.436 корп. *главный*

Лист согласования РПД

Разработал:

Доцент кафедры
электроники и радиофизики _____ С.Д.Кузьминова
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
электроники и радиофизики _____ А.М.Афанасьев
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания
кафедры электроники и радиофизики от 30.08.2024 г.

И.о. декана факультета информационных
технологий и автоматизации
производственных процессов _____ В.В. Дьячкова
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано:

Председатель методической комиссии
по направлению подготовки
03.04.03 Радиофизика
(магистерская программа «Инженерно-физические
технологии в промышленности») _____ А.М.Афанасьев
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра _____ О.А. Коваленко
(подпись) (Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	