

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

в аспирантуру

по направлению

12.06.01- «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»,

на программу аспирантуры с направленностью (профилем) 05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» (**Фотоника**)

1. Вводные положения

Роль оптических и оптико-электронных приборов и комплексов в развитии науки и техники. Краткий исторический обзор и роль отечественных ученых и инженеров в развитии оптического и оптико-электронного приборостроения. Перспективы и тенденции развития ОиОЭПиК.

2. Основы оптики

Электромагнитная и квантовая природа оптического излучения. Основные законы оптического излучения. Приближения геометрической оптики. Уравнение эйконала. Принцип Ферма.

Распространение света в изотропных и анизотропных средах. Поляризация. Двойное лучепреломление. Применение поляризации.

Интерференция. Когерентность. Применение интерференции. Многолучевая интерференция.

Дифракция. Применение дифракции. Разрешающая способность.

Голография и ее применение в оптике.

Распространение оптического излучения в атмосфере и других поглощающих, рассеивающих, преломляющих и турбулентных средах.

3. Физические основы квантовой и оптической электроники

Энергетические состояния атомов и молекул.

Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Уширение спектральных линий. Рассеяние света.

Принцип работы лазеров и мазеров. Инверсия населенностей. Возбуждение активного вещества (накачка). Кинетические уравнения. Оптические резонаторы. Собственные типы колебаний (моды).

Условие генерации излучения. Одномодовая и многомодовая генерация. Нестационарная генерация. Модуляция добротности резонатора. Гигантские импульсы. Методы модуляции добротности. Синхронизация мод и сверхкороткие лазерные импульсы. Свойства лазерных пучков.

Оптические переходы в полупроводниках. Особенности оптических свойств важнейших полупроводниковых материалов. Рефракция света в полупроводниках. Люминесценция полупроводников. Квазиуровни Ферми. Механизмы излучательной рекомбинации.

Фотоэлектрические эффекты в однородных кристаллах. Фотоэлектрические эффекты в неоднородных структурах и p-n-переходах.

Гетеропереходы в полупроводниках. Свойства гетеропереходов.

Одно-, двух- и трехмерные фотонные кристаллы. Методы получения и основные свойства. Особенности зонной структуры 1D-, 2D- и 3D -фотонных кристаллов.

4. Некогерентные источники оптического излучения

Основные виды источников оптического излучения. Параметры и характеристики источников. Некогерентные искусственные излучатели. Естественные источники излучения.

Лампы как источники оптического излучения. Лампы накаливания. Газоразрядные лампы низкого и высокого давления.

Светодиоды. Эффективность светодиодов. Эффективность вывода оптического излучения и методы его улучшения. Светодиоды на основе гомо- и гетероструктур. Светодиоды на основе квантоворазмерных наноструктур. Конструкция и основные параметры светодиодов. Спектр излучения и яркость. Диаграмма направленности.

5. Лазерная техника

Современные лазеры: принципы действия, принципиальные схемы, режимы работы, параметры и характеристики.

Газовые лазеры. Общая характеристика и особенности газовых лазеров. Требования к материалам и методы накачки. Атомарные газовые лазеры. Гелий - неоновый лазер. Лазеры на парах металлов. Ионные газовые лазеры. Аргоновый лазер. Гелий - кадмиевый лазер.

Молекулярные CO₂-лазеры. Газодинамические лазеры. Азотный лазер. Эксимерные лазеры. Химические и фотохимические лазеры. Твердотельные лазеры. Рубиновый лазер. Лазеры на кристаллах и стеклах, активированных неодимом. Твердотельные перестраиваемые лазеры.

Общая характеристика и особенности жидкостных лазеров. Активные материалы. Лазеры на органических красителях. Перестройка частоты жидкостных лазеров.

Полупроводниковые лазеры. Типы и основные характеристики. Лазеры с электронной и оптической накачкой.

Инжекционные лазеры на гетеропереходах. Гетеролазеры с распределенной обратной связью. Каскадные лазеры. Перестраиваемые полупроводниковые ИК-лазеры.

6. Приемники оптического излучения

Основные виды приемников оптического излучения. Глаз человека как приемник излучения и измерительной информации. Свойства зрительного анализатора. Параметры и характеристики приемников оптического излучения. Фотоэлектронные умножители.

Полупроводниковые фотоприемники. Фоторезисторы. Фотодиоды. P-i-n фотодиоды и лавинные фотодиоды.

Многоэлементные приемники излучения. Приемники оптических изображений. Приборы с зарядовой связью в качестве фотоприемников.

Солнечные элементы. Эффективность преобразования солнечного излучения. Солнечные элементы на основе гомо- и гетеропереходов.

Многокаскадные солнечные фотопреобразователи. Солнечные элементы на основе квантоворазмерных структур.

Органические фотодетекторы. Органические солнечные батареи. Эффективность органических солнечных батарей. Структуры на основе фуллеренов. Тандемные солнечные батареи.

7. Нелинейная оптика и приборы управления оптическим излучением

Нелинейная оптика. Нелинейная поляризуемость кристалла и нелинейные оптические эффекты.

Пространственное, амплитудное и фазовое преобразования лазерных пучков. Поляризационные преобразования. Генерирование гармоник оптического излучения. Условие фазового синхронизма. Генераторы гармоник. Параметрическое преобразование частот. Вынужденное рассеяние. Параметрические генераторы света.

Модуляторы лазерного излучения. Электрооптические модуляторы. Магнитооптические модуляторы. Абсорбционные модуляторы. Акустооптические модуляторы света.

Пассивные затворы. Методы сканирования света. Дефлекторы.

8. Интегральная и волоконная оптика

Классификация оптических волноводов, области применения различных типов волноводов.

Диэлектрические волноводы, планарные волноводы с параболическим распределением показателя преломления. Круглые диэлектрические волноводы (оптическое волокно).

Активные функциональные узлы и элементы волоконной и интегральной оптики. Волноводные лазеры и усилители.

Волоконно-оптические линии связи. Дисперсия и потери в оптическом волокне.

Волоконно-оптические датчики и измерители физических величин. Волоконная оптика в медицине.

9. Оптико-физические измерения

Основы метрологии применительно к оптическим измерениям. Методы и приборы для измерения и контроля основных параметров и характеристик оптических материалов, оптических деталей и оптических систем.

Оптико-физические измерения в инфракрасной и ультрафиолетовой областях спектра. Фотометрия и радиометрия. Принципы работы и схемы основных типов фотометров, радиометров, спектрофотометров и спектро радиометров.

Способы измерения параметров и характеристик лазерного излучения.

10. Прием и преобразование сигналов в оптических и оптико-электронных приборах и комплексах

Пространственное, временное, пространственно-частотное и частотно-временное представление оптических сигналов. Статистические параметры и вероятностное описание оптических полей и сигналов. Модели фона.

Анализаторы оптического изображения. Преобразование многомерных оптических сигналов в одномерные электрические.

Сканирование в оптико-электронных приборах. Типы сканирующих систем.

Математические модели отдельных типовых звеньев и оптико-электронной системы в целом.

Методы фильтрации сигналов в ОиОЭПиК. Спектральная, пространственная и пространственно-временная фильтрация. Оптимальная фильтрация в когерентных и некогерентных оптических системах.

Модуляция и демодуляция сигнала в ОиОЭПиК. Основные виды модуляторов; их параметры и характеристики.

Оптическая корреляция. Схемы некогерентных и когерентных оптико-электронных корреляторов.

Математические операции, осуществляемые с помощью оптических систем. Оптические анализаторы спектра. Цифровая обработка оптических изображений.

Литература

1. Бутиков Е.И. Оптика. Учеб. пособие для вузов / Под ред. Н. И. Калитеевского. — М.: Высш. шк., 2012. — 608 с.
2. Ландсберг Г.С. Оптика. Учеб. пособие для вузов. — 6-е изд., стереот. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 848 с.
3. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика - М.: Изд. МГУ, 2006.
4. Информационная оптика / Н.Н. Евтихийев, О.А. Евтихьева, И.Н. Компанец и др. Под ред. Н.Н. Евтихьева. М.: Изд-во МЭИ, 2000.
5. Пихтин А. Н. Квантовая и оптическая электроника. - М.: Абрис, 2012
6. Шуберт Ф. Е. Светодиоды. - М.: ФизМатЛит, 2008.
7. Ишанин Г. Г., Панков Э.Д., Челибанов В.П. Приёмники излучения. Учебное пособие для вузов. СПб: Папирус, 2003. — 527 с.
8. Ишанин Г. Г., Козлов В.В. Источники оптического излучения. Учебное пособие для вузов. СПб.: Политехника, 2009. — 415с.
9. Звелто О. Принципы лазеров. - СПб: Изд. «Лань», 2008.
10. Малышев В.А. Основы квантовой электроники и лазерной техники. - М.: ВШ, 2005.
11. Дмитриев В. Г., Тарасов Л. В. Прикладная нелинейная оптика. М.: Физматлит. 2004.
12. Дудкин В.И., Пахомов Л.Н. Квантовые электронные приборы и их применение. М.: Техносфера, 2006
13. Панов М.Ф., Соломонов А.В., Филатов Ю.В. Физические основы интегральной оптики. М.: Академия. 2010.

14. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. М.: Техносфера, 2004.
15. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника. М.: Техносфера, 2004.
16. Андреев А. Н., Гаврилов Е.В., Ишанин Г.Г. и др. Оптические измерения. Учебное пособие для вузов. М.: Университетская книга .Логос, 2008.- 416с.
17. Шредер Г., Трайбер Х. Техническая оптика. М.: Техносфера, 2006. - 424 с.
18. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов. Учебник для вузов. Изд. 6-е, перераб. и доп.- М.: Логос, 2011. - 468 с.