

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

/Д.С. Гуш/

«31» октября 2022 года

ПРОГРАММА

вступительного испытания для поступающих в аспирантуру

2.2 Электроника, фотоника, приборостроение и связь

шифр и наименование группы научных специальностей

2.2.7 Фотоника

шифр и наименование научной специальности

Содержание программы

1. Электромагнитная природа света

1.1. Уравнения Максвелла

Фарадеевская и максвелловская трактовки явления электромагнитной индукции. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Плотность энергии электромагнитного поля. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Скорость распространения электромагнитных волн.

1.2. Квазистационарное электромагнитное поле

Плоские электромагнитные волны. Поляризация. Энергетические характеристики электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга. Излучение диполя. Диаграмма направленности. Сферические и цилиндрические волны. Эффект Доплера в электродинамике.

2. Геометрическая оптика

Законы геометрической оптики (законы отражения и преломления). Распространение светового луча в оптически неоднородной среде. Принцип Ферма. Свойства центрированных оптических систем. Построение изображений. Элементы матричной оптики. Оптические объективы.

3. Волновая оптика

3.1. Интерференция волн

Принцип суперпозиции для волн. Интерференция плоских и сферических монохроматических волн. Одномерная решетка из источников сферических или цилиндрических монохроматических волн. Интерференция квазимонохроматических волн. Временное и спектральное рассмотрение интерференционных явлений. Интерферометры.

3.2. Дифракция волн

Принцип Гюйгенса – Френеля. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на круглом отверстии, прямой щели и на множестве параллельных щелей. Дифракционная решетка. Спектральное разложение. Разрешающая способность спектральных приборов.

3.3. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом

Модель среды с дисперсией. Показатель преломления. Нормальная и аномальная дисперсии. Поглощение волн. Поведение волн на границе раздела двух сред. Понятие о волноводах. Анизотропные среды. Элементы кристаллооптики. Элементы нелинейной оптики: самофокусировка света, генерация гармоник, параметрические процессы, вынужденное рассеяние.

4. Квантовая оптика и атомная физика

Тепловое излучение. Фотоэффект. Эффект Комптона. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомами. Полуклассическая теория Бора. Принцип соответствия между классической и квантовой физикой. Комбинационное рассеяние света. Вынужденное излучение.

5. Устройства и элементы фотоники

5.1. Волноводы

Классификация оптических волноводов. Планарные волноводы. Геометрическая оптика планарных волноводов. Эффективная толщина волновода. Градиентные планарные волноводы. Оптические волокна. Типы оптических волокон. Материалы для изготовления оптических волокон. Технологии изготовления оптических волокон. Механизмы потерь в оптических волноводах. Рассеяние света в другие моды волновода. Потери на изгибе. Управление излучением в оптических волноводах. Акустооптические методы управления в планарных структурах.

5.2. Лазеры

Принцип работы лазера. Типы лазеров. Схемы накачки. Оптические резонаторы.

наторы. Основные типы открытых резонаторов. Методы селекций продольных и поперечных типов колебаний. Свойства лазерных пучков. Пространственные и угловые характеристики излучения лазеров. Генерация коротких и сверхкоротких импульсов. Методы управления параметрами излучения лазеров. Модуляция добротности. Управление параметрами импульсов, схемы модуляции добротности. Методы генерации сверхкоротких (фемтосекундных) импульсов света.

5.3. Управление излучением в оптических волноводах

Акустооптические методы управления в планарных структурах. Дифракция волноводных оптических волн на поверхностных акустических волнах. Особенности акустооптического взаимодействия в планарных волноводах

Электрооптические методы управления излучением в волноводных структурах. Фазовые электрооптические модуляторы. Модуляторы и переключатели решеточного типа. Электрооптические устройства управления на связанных полосковых волноводах. Электрооптические призмы.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ландсберг, Г. С. Оптика: учебное пособие / Г. С. Ландсберг. – Москва: Издательская фирма «Физико-математическая литература» (ФИЗМАТЛИТ), 2017. – 852 с.
2. Варданян, В. А. Основы волноводной фотоники: учебное пособие для вузов / В. А. Варданян. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 204 с.
3. Земляков, В. В. Волноводные селективные устройства: монография / В. В. Земляков, Г. Ф. Заргано; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019.
4. Салех, Б. Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие: в 2-х томах]: перевод с английского / Б. Е. А. Салех, М. К. Тейх. –

Долгопрудный: Интеллект, 2012.

Дополнительная

1. Ахманов С. А., Никитин С. Ю. Физическая оптика. М.: Из-во МГУ. 2003.
2. Звелто, О. Принципы лазеров / О. Звелто; пер. с англ.: Е. В. Сорокина, И. Т. Сорокиной, К. Ф. Шипилова ; ред. Т. А. Шмаонова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Мир, 1990. – 558 с.
3. Прикладная оптика: учебное пособие / Под ред. Н. П. Заказнова. 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2007. – 320 с.

Перечень вопросов к экзамену:

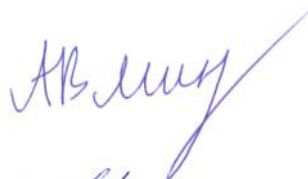
1. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля.
2. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Скорость распространения электромагнитных волн.
3. Плоские электромагнитные волны. Энергетические характеристики электромагнитных волн.
4. Поляризация. Типы поляризации, методы управления поляризацией и анализ поляризованного света.
5. Законы геометрической оптики. Распространение светового луча в оптически неоднородной среде. Принцип Ферма.
6. Свойства центрированных оптических систем. Построение изображений. Элементы матричной оптики. Оптические объективы.
7. Излучение диполя. Диаграмма направленности. Сферические и цилиндрические волны. Эффект Доплера в электродинамике.
8. Принцип суперпозиции. Интерференция плоских и сферических монохроматических волн. Методы наблюдения интерференции. Интерферометры.
9. Временное и спектральное рассмотрение интерференционных явлений.
10. Принцип Гюйгенса – Френеля. Дифракция Френеля.
11. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на прямой щели и на множестве параллельных щелей.

12. Дифракционная решетка. Спектральное разложение. Разрешающая способность спектральных приборов.
13. Модель среды с дисперсией. Показатель преломления. Нормальная и аномальная дисперсии. Поглощение волн.
14. Поведение волн на границе раздела двух сред. Понятие о волноводах.
15. Анизотропные среды. Элементы кристаллооптики.
16. Элементы нелинейной оптики: самофокусировка света, генерация гармоник, параметрические процессы, вынужденное рассеяние.
17. Тепловое излучение. Фотоэффект. Эффект Комптона. Комбинационное рассеяние света.
18. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомами. Полуклассическая теория Бора. Принцип соответствия между классической и квантовой физикой.
19. Классификация оптических волноводов. Планарные волноводы. Геометрическая оптика планарных волноводов. Эффективная толщина волновода. Градиентные планарные волноводы.
20. Оптические волокна. Типы оптических волокон. Материалы для изготовления оптических волокон. Технология изготовления оптических волокон.
21. Механизмы потерь в оптических волноводах. Рассеяние света в другие моды волновода. Потери на изгибе.
22. Управление излучением в оптических волноводах. Акустооптические методы управления в планарных структурах.
23. Спонтанное и вынужденное излучение, поглощение. Принцип работы лазера.
24. Типы лазеров. Схемы накачки.
25. Оптические резонаторы. Основные типы открытых резонаторов. Методы селекций продольных и поперечных типов колебаний.
26. Свойства лазерных пучков. Пространственные и угловые характеристики излучения лазеров.
27. Генерация коротких и сверхкоротких импульсов. Методы управления параметрами излучения лазеров (мощность, длительность импульса).
28. Модуляция добротности. Схемы модуляции добротности. Методы генерации сверхкоротких (фемтосекундных) импульсов света.
29. Акустооптические методы управления в планарных структурах.
30. Электрооптические методы управления излучением в волноводных

турах.

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников.

Директор ИИФиРЭ



А.В. Минаков

Составитель программы:
д-р. физ.-мат. наук,
заведующий базовой кафедрой
фотоники и лазерных технологий



А.Н. Втюрин