
Билет № 1

- 1) **Введение.** Однородные и неоднородные линейные среды. Описание волновых процессов в неоднородных линейных средах. Волновое уравнение и уравнение Гельмгольца. Внутренний и внешний пространственные масштабы решений уравнения Гельмгольца. Области коротковолновой асимптотики.
- 2) **Матричный метод описания лучей в центрированных линиях передачи силовых полей.** Матрица преобразования координат луча на участке однородного пространства (перемещения лучей). Матрицы преломления лучей на плоской и сферической границах раздела сред.
- 3) Соотношения между компонентами комплексной лучевой амплитуды векторного поля параксиального электромагнитного пучка.

Билет № 2

- 1) **Введение.** Уравнение Гельмгольца в задачах распространения электромагнитного поля.
 - 2) **Матричный метод описания лучей в центрированных линиях передачи силовых полей.** Матрица преобразования координат луча тонкой линзой и сферическим зеркалом. Свойства матриц преобразования координат луча: норма, обратные матрицы.
 - 3) **Обоснование применимости квазиоптического описания распространения параксиальных волновых пучков на основе сопоставления свойств параболического уравнения и уравнения Гельмгольца.** Сопоставление свойств изочастотных поверхностей соответствующих дисперсионных уравнений. Сопоставление свойств поверхностей равных амплитуд и равных фаз соответствующих функций Грина.
-

Билет № 3

- 1) **Уравнения геометрической оптики.** Приближение геометрической оптики для монохроматических полей в неоднородных средах. Переход от уравнения Гельмгольца к уравнениям ГО. Понятие асимптотического разложения. Уравнение эйконала. Уравнение переноса для лучевой амплитуды.
- 2) **Матричный метод описания лучей в центрированных линиях передачи силовых полей.** Матрицы Фурье-преобразования и изменения масштаба. Свойства матриц преобразования координат луча: норма, обратные матрицы. Простейшие матричные тождества как элементы алгебры матричных преобразований. Сопоставление матриц и оптических систем.
- 3) **Связь лучевого и волнового описаний параксиальной оптики.** Операторы преобразования амплитуды поля параксиального волнового пучка на участке однородной среды и в тонкой линзе, и их свойства. Операторы обратного преобразования поля параксиального пучка в свободном пространстве и тонкой линзой. Оператор Фурье-преобразования поля.

Билет № 4

- 1) **Уравнения геометрической оптики.** Переход от уравнений Максвелла к уравнениям ГО.
 - 2) **Матричный метод описания лучей в центрированных линиях передачи силовых полей.** Свойства матриц преобразования координат луча: норма, обратные матрицы. Простейшие матричные тождества как элементы алгебры матричных преобразований. Сопоставление матриц и оптических систем.
 - 3) **Распространение параксиальных волновых пучков гауссовой формы в однородном свободном пространстве.** Основные характеристики структуры поля параксиального пучка гауссовской формы: ширина пучка, интенсивность поля на оси, угловая дифракционная расходимость, кривизна поверхности фазового фронта. Сохранение формы распространяющегося гауссовского пучка.
-

Билет № 5

- 1) **Общие свойства и некоторые методы решения уравнения эйконала.** Решение уравнения эйконала с помощью характеристик системы уравнений в характеристической форме. Аналогия эйконала и действия в механике.
- 2) **Матричный метод описания лучей в нецентрированных системах передачи силовых полей.** Оператор смещения координат луча и его свойства. Эквивалентность центрированных и нецентрированных систем.
- 3) **Распространение параксиальных волновых пучков гауссовой формы в однородном свободном пространстве.** Преобразование характеристик поля при распространении гауссовского пучка, имеющего первоначально плоский фазовый фронт.

Билет № 6

- 1) **Общие свойства и некоторые методы решения уравнения эйконала.** Волновые фронты и лучи. Физический смысл и свойства эйконала, лучевого вектора и траектории луча. Оптическая длина пути. Принцип Ферма.
 - 2) **Цилиндрические линии передачи коротковолновых силовых полей (периодические центрированные системы).** Сопоставление резонаторов и цилиндрических линий передачи. Классификация цилиндрических линий передачи (и резонаторов) по свойствам траекторий распространяющихся лучей. Собственные лучи в периодических центрированных системах.
 - 3) **Распространение параксиальных волновых пучков гауссовой формы в однородном свободном пространстве.** Преобразование характеристик поля при распространении сфокусированного и дефокусированного гауссовского пучка.
-

Билет № 7

- 1) **Общие свойства и некоторые методы решения уравнения эйконала.** Дифференциальные уравнения второго порядка для лучей. Аналогия уравнений, определяющих траекторию луча в ГО и описывающих движение материальной точки в классической механике.
- 2) **Цилиндрические линии передачи коротковолновых силовых полей (периодические центрированные системы).** Условия финитной траектории луча в периодической цилиндрической линии передачи. Условие устойчивости движения лучей в периодических центрированных системах.
- 3) **Волновые пучки в недифрагмированных открытых цилиндрических линиях передачи силовых полей.** Моды (собственные типы волн) линзовых и прочих периодических центрированных линий передачи силовых полей. Уравнение для лучевой амплитуды поля моды открытой недифрагмированной линии передачи. Интегральное уравнение Фредгольма второго рода с симметричным ядром и его решения: параметр фокусировки пучка, функции Эрмита.

Билет № 8

- 1) **Уравнение переноса и закономерности изменения интенсивности и поляризации в ГО.** Интенсивность света и интенсивность поля волн иной физической природы. Закон сохранения интенсивности в ГО. Лучевые трубки. Изменение интенсивности вдоль лучевых трубок. Кривые волновые фронты и фокусирующиеся поля в лучевых трубках в однородной среде. Каустические поверхности.
 - 2) **Цилиндрические линии передачи коротковолновых силовых полей (периодические центрированные системы).** Условие устойчивости движения лучей в периодических центрированных системах. Обобщение результатов на периодические (разъюстированные) системы с нецентрированными элементами.
 - 3) **Волновые пучки в недифрагмированных открытых цилиндрических линиях передачи силовых полей.** Поперечные структуры полей мод открытой недифрагмированной цилиндрической линии передачи. Каустические поверхности мод. Условие существования энергетически реализуемых мод. Поляризации полей мод в линиях передачи оптического излучения. Изменение структуры поля моды в пространстве между корректорами фазы. Угловая расходимость поля, излучаемого из открытой линии передачи в свободное пространство, или угловая расходимость излучения, выходящего из двухзеркального резонатора.
-

Билет № 9

- 1) **Уравнение переноса и закономерности изменения интенсивности и поляризации в ГО.** Изменение интенсивности вдоль луча в неоднородной среде. Использование решения лучевых уравнений для определения изменения интенсивности вдоль лучей. Лемма Соболева и ее применение к лучевым уравнениям.
- 2) **Элементы теории дифракции скалярного и векторного полей.** Дифракция и рассеяние. Принцип Гюйгенса. Принцип Гюйгенса-Френеля.
- 3) **Сопоставление методов расчёта и свойств $ТЕМ_{mn}$ -мод и собственных лучей в открытых цилиндрических линиях передачи.** Аддитивность матриц и квазиоптических операторов. Матрицы и квазиоптические операторы обратного действия. Консервативный характер преобразований поля с помощью квазиоптических операторов и матричных преобразований координат лучей. Единство матричных тождеств преобразований координат лучей и операторных тождеств преобразований полей параксиальных волновых пучков. Однозначное соответствие свойств квазиоптического оператора симметричного ядра интегрального уравнения Фредгольма и элементов соответствующей симметричной матрицы преобразования координат луча на периоде линзовой линии передачи.

Билет № 10

- 1) **Уравнение переноса и закономерности изменения интенсивности и поляризации в ГО.** Изменение поляризации электромагнитного поля вдоль луча. Геометрическая интерпретация уравнения для поляризации: кривизна луча и коэффициент кручения луча.
 - 2) **Элементы теории дифракции скалярного и векторного полей.** Принцип Гюйгенса-Кирхгофа.
 - 3) **Сопоставление методов расчёта и свойств $ТЕМ_{mn}$ -мод и собственных лучей в открытых цилиндрических линиях передачи.** Единство условий существования энергетически реализуемых $ТЕМ_{mn}$ -мод и финитных траекторий лучей в открытых цилиндрических линиях передачи - условие устойчивости периодической центрированной системы. Сопоставление характеристик квазиоптических $ТЕМ_{mn}$ -мод и геометрооптических собственных лучей как свойств собственных волн открытых цилиндрических линий передачи на разных уровнях описания распространения поля в среде.
-

Билет № 11

- 1) **Отражение и преломление волн на границе раздела сред.**
- 2) **Элементы теории дифракции скалярного и векторного полей.** Электродинамический принцип Гюйгенса и его модификации для задач дифракции на плоских объектах.
- 3) **Обобщения и приложения квазиоптической теории $ТЕМ_{mn}$ -мод открытых линий передачи.** Открытая линия передачи из эквидистантно расположенных двухфокусных корректоров фазы: условие устойчивости системы.

Билет № 12

- 1) **Геометрическая оптика слоисто-неоднородной среды.** Лучи в сферически-слоистой среде. Плоский характер траектории луча. Закон Бугера. Аналогия уравнений распространения лучей в сферически-слоистой среде и движения материальной точки в центральном поле. Финитные и инфинитные траектории. Примеры траекторий лучей в цилиндрически-слоистых средах с центрально-осевой симметрией в плоскости, перпендикулярной оси.
 - 2) **Элементы теории дифракции скалярного и векторного полей.** Приближённые методы решения дифракционных задач: приближение Кирхгофа; метод физической оптики.
 - 3) **Обобщения и приложения квазиоптической теории $ТЕМ_{mn}$ -мод открытых линий передачи.** Открытый резонатор Фабри-Перо из двух различных сферических зеркал или открытая линия передачи из эквидистантно расположенных двух типов разнофокусных линз: условие устойчивости системы, зависимости размеров пучка главной моды на поверхностях линз от расстояния между ними.
-

Билет № 13

- 1) **Геометрическая оптика слоисто-неоднородной среды.** Лучи в плоскостой среде и распространение радиоволн в неоднородной земной атмосфере. Приведённый показатель преломления. Точки поворота лучей и каустические поверхности. Интенсивность поля и площадь поперечного сечения лучевой трубки в точке поворота луча.
- 2) **Основные закономерности распространения дифрагированного коротковолнового поля.** Диаграмма направленности простейшего излучателя коротковолнового диапазона.
- 3) **Обобщения и приложения квазиоптической теории $ТЕМ_{mn}$ -мод открытых линий передачи.** Открытый резонатор Фабри-Перо из двух плоских зеркал с размещённой внутри него линзой или открытая линия передачи в виде двойной периодической последовательности одинаковых линз: условие устойчивости системы в зависимости от длины резонатора.

Билет № 14

- 1) **Геометрическая оптика слоисто-неоднородной среды.** Лучевое уравнение в аксиально-симметричной среде. Траектории лучей в плоскостях, перпендикулярных оси симметрии и проходящих через ось симметрии.
 - 2) **Основные закономерности распространения дифрагированного коротковолнового поля.** Параксиальные волновые пучки гауссовой формы. Угол дифракционной расходимости и дифракционная длина. Соотношение между поперечным и продольным пространственными масштабами изменения лучевой амплитуды поля параксиального волнового пучка.
 - 3) **Обобщения и приложения квазиоптической теории $ТЕМ_{mn}$ -мод открытых линий передачи.** Открытые линии передачи с потерями: постоянные затухания $ТЕМ_{mn}$ -мод. Диафрагмированные открытые линии передачи: структуры полей и постоянные затухания $ТЕМ_{mn}$ -мод.
-

Билет № 15

- 1) **Геометрическая оптика слоисто-неоднородной среды.** Лучи в линзоподобных (фокусирующих) средах: траектории лучей в плоскости, проходящей через ось симметрии.
- 2) **Основные закономерности распространения дифрагированного коротковолнового поля.** Параксиальное приближение теории дифракции скалярного поля на отверстии в плоском экране. Дифракционная формула Френеля.
- 3) **Обобщения и приложения квазиоптической теории $ТЕМ_{mn}$ -мод открытых линий передачи.** Моды открытых резонаторов – собственные $ТЕМ_{mnq}$ -типы колебаний. Основные характеристики $ТЕМ_{mnq}$ -мод (собственные частоты, коэффициенты затухания, добротности, пространственная структура поля) и их свойства. Вырождение мод по частоте.

Билет № 16

- 1) **Геометрическая оптика слоисто-неоднородной среды.** Приближение параксиальности лучей. Параксиальные лучи в аксиально-симметричных средах, коэффициенты преломления которых медленно меняются в направлении распространения или имеют малую переменную часть. Параксиальные лучи в плоскости, проходящей через ось симметрии.
 - 2) **Дифференциальный подход к квазиоптическому описанию распространения коротковолновых полей.** Параболическое уравнение для лучевой амплитуды поля параксиального волнового пучка в однородной среде. Диффузия комплексной лучевой амплитуды поля. Функция Грина и решение параболического уравнения.
 - 3) **Обобщения и приложения квазиоптической теории $ТЕМ_{mn}$ -мод открытых линий передачи.** Моды открытых резонаторов – собственные $ТЕМ_{mnq}$ -типы колебаний. Основные характеристики $ТЕМ_{mnq}$ -мод (собственные частоты, коэффициенты затухания, добротности, пространственная структура поля) и их свойства. Вырождение мод по частоте.
-

Билет № 17

1) **Матричный метод описания лучей в центрированных линиях передачи силовых полей.** Математические основы матричного метода описания распространения параксиальных лучей: координаты лучей и матрицы преобразований координат параксиальных лучей.

2) **Спектральный метод описания распространения параксиальных волновых пучков.** Спектральное представление монохроматического поля параксиального волнового пучка в виде суперпозиции плоских волн. Определение комплексной лучевой амплитуды поля пучка в произвольной точке пространства по известному спектру пространственных частот его поля.

3) **Обобщения и приложения квазиоптической теории $ТЕМ_{mn}$ -мод открытых линий передачи.** Моды открытых резонаторов – собственные $ТЕМ_{mnq}$ -типы колебаний. Основные характеристики $ТЕМ_{mnq}$ -мод (собственные частоты, коэффициенты затухания, добротности, пространственная структура поля) и их свойства. Вырождение мод по частоте.
