

Предисловие

Принятые сокращения и условные обозначения

Введение

Глава 1. Аналитический обзор литературы

Киральность

Метаматериалы на основе спиральных элементов и их практическое применение

Использование спиральных элементов при конструировании сред с отрицательными значениями диэлектрической и магнитной проницаемостей

Использование спиральных элементов для маскировки объектов в результате волнового обтекания

Метаматериалы на основе элементов спиральной формы и их практические приложения

Метаматериалы спиральной формы

Молекулы спиральной формы

Методы изготовления метаматериалов

Нанотехнологии на основе ДНК

Методы создания искусственных киральных материалов и метаматериалов

Методы изготовления фотонных кристаллов и модификации их свойств

Оптические 2D- и 3D-метаматериалы

Обоснование выбора объекта исследования

Глава 2. Этапы, методы и условия экспериментальных исследований

Этапы и методы исследований

Методика изготовления двумерных периодических массивов на основе спиральных элементов для сверхвысокочастотного диапазона волн

Методика изготовления экспериментальных образцов с использованием магнетронного распыления

Методика изготовления экспериментальных образцов на основе спиральных элементов для исследований в терагерцовом диапазоне волн

Методика изготовления вмещающих сред как основы комплексных материалов, содержащих металлические включения спиральной формы

Используемое оборудование

Безэховая камера

Радиопоглощающие материалы

Экспериментальное оборудование

Приемник измерительный П5-5Б

Генератор сигналов высокочастотный Г4-80

Рупорная антенна П6-23А

Измерение поляризационной характеристики электромагнитной волны, рассеянной на двумерном массиве

Экспериментальные комплексы

Общая методика теоретических исследований

Методика статистической обработки результатов исследований

Глава 3. Искусственные спирально-структурированные системы из элементов с оптимальными параметрами для сверхвысокочастотного диапазона

Преобразование поляризации электромагнитных волн посредством спиральных излучателей

Расчет электрического дипольного и магнитного моментов, возникающих в спирали под действием падающей волны

Вычисление параметров спирали, необходимых для пассивного излучения

циркулярно поляризованной волны в условиях резонанса. Учет числа витков спирали

Экспериментальное исследование электромагнитного излучения, отраженного двумерной киральной структурой

Оптимальная форма спирали: одинаково высокая значимость диэлектрических, магнитных и киральных свойств

Моделирование безотражательного огибания электромагнитной волной цилиндрических объектов

Изготовление образцов искусственных безотражательных структур со спиральными элементами оптимальной формы для реализации возможности огибания цилиндрических объектов сверхвысокочастотными волнами

Моделирование искусственных структур с гладкими спиральными элементами оптимальной формы для реализации возможности огибания цилиндрических объектов сверхвысокочастотными волнами

Взаимодействие электромагнитных волн с упорядоченными микроспиральями при различных углах падения

Наклонное падение волн. Геометрия задачи

Собственные волны

Решение граничной задачи. Коэффициенты отражения и прохождения

Значительная анизотропия метаматериала и проявление эффекта Брюстера для обеих поляризаций падающей волны

Электромагнитные волны в одноосной киральной сверхрешетке с комбинированными диэлектрическими и магнитными свойствами

Собственные моды

Эффект компенсации двулучепреломления

Нормальное падение волн на спиральную структуру

Постановка задачи

Численный анализ

Электродинамика искусственных композитных спиральных и омега-структур в микроволновом диапазоне

Влияния локального омега-параметра на брэгговское отражение электромагнитных волн при их взаимодействии со спиральными структурами, содержащими омега-включения

Изучение вращения плоскости поляризации электромагнитных волн при их взаимодействии со спиральными структурами, содержащими омега-включения

Расчет и оптимизация параметров массива омега-элементов для достижения максимального поглощения при минимальном отражении волн

Глава 4. Искусственные спирально-структурированные системы с оптимальными параметрами и их свойства в терагерцовом диапазоне

Исследование свойств искусственных анизотропных структур с большой киральностью

Оптимальная форма спирали: равенство диэлектрической, магнитной и киральной восприимчивостей

Аналитическое и численное моделирование частотной зависимости для диэлектрической и магнитной восприимчивостей и параметра киральности

Расчет параметров спиральных элементов. Сравнение двух методик

Расчет параметров спиральных элементов, основанный на модели молекулярной оптической активности

Расчет параметров спирали с учетом входного сопротивления

Спиральная модель молекул вещества применительно к искусственной структуре с большой киральностью

Сравнение результатов эксперимента и численного моделирования

Исследование свойств слабоотражающих метаматериалов с компенсированной киральностью

Оптимизация расположения спиралей в массиве

Оценка влияния каркасного полупроводникового цилиндра и емкости зазора между концами правой и левой спиралей

Определение параметров решетки на основе анализа отраженной и прошедшей волн

Сравнение результатов эксперимента с результатами численного моделирования

Исследование свойств высокопоглощающего метаматериала с компенсированной киральностью на подложке

Решение граничной задачи и расчет коэффициентов пропускания и отражения электромагнитной волны от структуры метаматериал-подложка, содержащей

поглощающий слабо отражающий двумерный массив искусственных би-анизотропных элементов

Сравнение результатов эксперимента и численного моделирования

Запасенная и поглощенная энергия поля в киральных однокомпонентных метаматериалах с потерями

Альтернативные подходы

Непоглощающие композиты

Поглощающие однокомпонентные среды

Поглощающие киральные среды: зависимость от угла подъема спирали

Численные примеры

Глава 5. Электромагнитные волны в природных спирально-структурированных системах с оптимальными параметрами

Поляризационная селективность электромагнитного излучения молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты

Молекула дезоксирибонуклеиновой кислоты как периодическая структура.

Активированный участок молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты

Определение оптимальной формы молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты в рамках энергетического подхода

Спиральная модель молекул кирального вещества применительно к дезоксирибонуклеиновой кислоте

Экспериментальная проверка результатов теоретического исследования

Экспериментальное исследование двойных и одинарных ДНК-подобных спиралей в сверхвысокочастотном диапазоне

Экспериментальное исследование дезоксирибонуклеиновой кислоты в оптическом диапазоне

Заключение

Основные научные результаты

Рекомендации по практическому использованию результатов

Литература и источники

Публикации авторов по теме исследования

Предметный указатель

Summary