**Харитонов Дмитрий Михайлович Математическое моделирование взаимодействия нескольких оптических волн**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Харитонов Дмитрий Михайлович

Введение

Глава 1. Постановка задач взаимодействия оптических волн в среде с комбинированной квадратичной и кубичной нелинейностью. Инварианты задач. Численные методы

1.1 Постановка задач взаимодействия кратных гармоник в среде с квадратичной и кубичной нелинейностью

1.1.1 Постановка задач взаимодействия первой, второй и третьей оптических гармоник в среде с комбинированной нелинейностью. Вывод уравнений, описывающих взаимодействие волн. Инварианты задачи

1.1.2 Постановка задач взаимодействия первой, третьей и пятой оптических гармоник в среде с кубичной нелинейностью. Инварианты задачи

1.2 Редуцированные уравнения, полученные на основе тиШ-нса1е метода для процессов преобразования частоты. Инварианты редуцированных систем. Индуцированные нелинейности

1.2.1 Модифицированная система уравнений, описывающая индуцированную кубичную нелинейность в среде с квадратичной нелинейностью на основе каскадной генерации второй гармоники. Инварианты системы

1.2.2 Модифицированная система уравнений, описывающая индуцированную кубичную нелинейность в среде с комбинированной нелинейностью на основе каскадной генерации второй гармоники. Инварианты системы

1.2.3 Модифицированная система уравнений, описывающая индуцированную нелинейность пятого порядка в среде с кубичной нелинейностью на основе каскадной генерации третьей гармоники. Инварианты системы

1.3 Построение консервативных конечно-разностных схем для компьютерного моделирования задач преобразования частоты лазерного излучения

1.3.1 Построение консервативных по одному из инвариантов схем для задачи одновременной генерации оптических второй и третьей гармоник лазерного излучения в среде с комбинированной квадратичной и кубичной нелинейностью

1.3.2 Построение консервативных конечно-разностных схем

для задачи генерации пятой оптической гармоники

1.3.3 Построение консервативных конечно-разностных схем, аппроксимирующих модифицированные системы уравнений, полученные на основе тпШ-нса1е метода

1.4 Краткие выводы

Глава 2. Построение аналитического решения задач

преобразования частоты на основе инвариантов задач в приближении длинных импульсов и плоских волн

2.1 Задача генерации третьей оптической гармоники в средах с индуцированной кубичной нелинейностью

2.1.1 Построение решения задачи генерации третьей оптической гармоники в среде с квадратичной нелинейностью (индуцированной нелинейностью

третьего порядка)

2.1.2 Построение решения генерации третьей оптической гармоники в среде с собственной и индуцированной кубичной нелинейностью

2.2 Решение задачи генерации разностной частоты в среде с

индуцированной кубичной нелинейностью

2.2.1 Решение аппроксимирующей задачи генерации

разностной частоты в среде с квадратичной нелинейностью в случае нулевой входной интенсивности промежуточной волны и фазового синхронизма между высокочастотной и низкочастотной волнами

2.2.2 Решение аппроксимирующей задачи генерации разностной частоты в среде с квадратичной нелинейностью в случае ненулевой входной интенсивности промежуточной волны и отсутствии фазового синхронизма между высокочастотной и

низкочастотной волнами

2.3 Построение решения задачи генерации второй оптической гармоники в среде с комбинированной нелинейностью

2.3.1 Случай фазового синхронизма Д21к =

2.3.2 Генерация второй гармоники в случае Д21 к =

2.4 Исследование задачи генерации пятой гармоники в среде с индуцированной нелинейностью пятого порядка

2.5 Краткие выводы

Глава 3. Построение решений солитонного типа в задаче

взаимодействия трёх волн с кратными частотами в среде с комбинированной нелинейностью

3.1 Описание решения, постоянного вдоль координаты распространения

3.1.1 Описание общей схемы получения постоянного решения

3.1.2 Частные случаи, при которых вывод постоянного

решения отличается от общей схемы

3.1.3 Постоянное решение в случае малых входных интенсивностей

3.1.4 Фаза постоянного решения

3.1.5 Постоянное решение в случае импульсов

3.2 Исследование устойчивости решения, постоянного вдоль координаты распространения, в случае ненулевой дисперсии

групповых скоростей. Решения солитонного типа

3.2.1 Исследование устойчивости решения, постоянного вдоль

координаты распространения с нулевой фазой в среде с квадратичной нелинейностью

3.2.2 Исследование устойчивости решения, постоянного вдоль координаты распространения, в среде с комбинированной

нелинейностью

3.2.3 Получение квазиустойчивых решений для случая

комбинированной нелинейности среды

3.3 Краткие выводы

Глава 4. Математическое моделирование задач нелинейного взаимодействия нескольких оптических волн. Комплекс программ

4.1 Описание программной реализации

4.1.1 Модуль управления экспериментом

4.1.2 Модуль обработки данных

4.1.3 Модуль визуализации результатов экспримента

4.2 Верификация аналитических решений на основе результатов компьютерного моделирования нелинейных уравнений Шрёдингера

4.2.1 Задача генерации третьей гармоники в среде с квадратичной нелинейностью

4.2.2 Задача генерации третьей гармоники в среде с комбинированной нелинейностью

4.2.3 Задача генерации разностной частоты в среде с квадратичной нелинейностью

4.2.4 Задача генерации пятой гармоники в среде с кубичной нелинейностью

4.2.5 Задача генерации второй гармоники в среде с комбинированной нелинейностью. Исследование применимости формул, описывающих интенсивности и фазы взаимодействующих волн в случае ненулевой дисперсии групповых скоростей

4.3 Компьютерное моделирование задачи генерации третьей гармоники в среде с квадратичной нелинейностью в случае ненулевых значений коэффициентов дисперсии

4.3.1 Генерация третьей гармоники в случае нормальной дисперсии групповых скоростей

4.3.2 Генерация третьей гармоники в случае аномальной (на основной частоте) дисперсии групповых скоростей

4.3.3 Генерация третьей гармоники при больших расстройках волновых чисел первой и второй гармоники. Модуляционная неустойчивость

4.3.4 Исследование влияния фазовых расстроек на эффективность генерации третьей гармоники

4.3.5 Исследование влияния входной интенсивности на эффективность генерации третьей гармоники

4.3.6 Исследование влияния расстройки групповых скоростей

на эффективность генерации третьей гармоники

4.4 Компьютерное моделирование трёхволного взаимодействия импульсов

4.4.1 Компьютерное моделирование влияния дисперсии групповых скоростей на устойчивое решение в среде с квадратичной нелинейностью

4.4.2 Компьютерное моделирование влияния дисперсии групповых скоростей на неустойчивое решение в среде с комбинированной нелинейностью

4.4.3 Компьютерное моделирование решений солитонного типа

в среде с комбинированной нелинейностью

4.5 Краткие выводы

Заключение

Список литературы

Публикации автора по теме диссертации

Список рисунков

Список таблиц

Приложение А. Вычисление интегралов, описывающих

интенсивность одной из взаимодействующих волн

Приложение Б. Интегралы от эллиптических функций

Приложение В. Сравнение консервативных разностных схем со

схемами, основанными на методе расщепления