



# Введение.

Явление дифракции имеет важное значение, так как описывает поведение света при прохождении вблизи препятствий, что позволяет рассматривать свет не только как поток фотонов, но и как волну.

В связи с фундаментальностью этого явления, его описание можно найти в любом учебнике по оптике. Однако каждому автору свойственно по-разному преподносить свой материал, в связи с чем является актуальным составление классификации методов описания дифракции световых волн в курсах общей физики и радиооптики.

Существует несколько классических задач, на примере которых в учебниках рассматривают явление дифракции. Это задачи о дифракции на щели, на краю экрана, на прямоугольной и синусоидальной решетках, и дифракции на прямоугольном и круглом отверстиях. Обзор учебников показал, что наиболее частыми являются задачи дифракции на щели, на прямоугольной дифракционной решетке и на круглом отверстии. Исходя из этого было решено составить классификацию методов описания дифракции световых волн на примере задачи о дифракции на щели и на решетке.

В ходе работы было установлено, что встречаются два варианта решения этой задачи. В первом варианте вычисляется условие главных максимумов и во всех учебниках расчет происходит одинаково. Во втором варианте выводят формулу для полного распределения интенсивности света и на этом этапе появляются различия. В связи с этим возникла необходимость в составлении классификации методов во втором варианте

решения задачи о дифракции на щели и на амплитудной прямоугольной решетке.

Целью данной работы стало составление классификации методов на основе обзора описания дифракции световых волн на щели и на прямоугольной дифракционной решетке в курсах по общей физике и радиооптике и проведение их сравнения.

Для выполнения поставленной цели в данной работе были решены следующие задачи:

1. Проведение обзора методов описания дифракции на примере задач на щели и на амплитудной прямоугольной решетке из учебников по оптике и радиооптике.

2. Составление классификации на основе результатов обзора методов описания решения задачи на щели и на амплитудной прямоугольной решетке.

3. Анализ составленных классификаций и построение общей классификации методов расчета распределения интенсивности света при дифракции Фраунгофера.

# Описание работы.

Данная работа состоит из четырёх частей. В первой части вводятся основные понятия необходимы для понимания темы выпускной квалификационной работы. Во второй части производится обзор методов расчета распределения интенсивности при дифракции Фраунгофера на щели конечной ширины и составление их классификации. В третьей части работы проводится обзор методов расчета распределения интенсивности при дифракции Фраунгофера на прямоугольной амплитудной решетке и составление их классификации. В четвертой части работы происходит сравнение классификаций и её обобщение для случая расчета распределение интенсивности света при дифракции Фраунгофера на отверстия произвольной формы.

## Краткий обзор методов.

Всего было выявлено 4 метода расчета распределения интенсивности при дифракции Фраунгофера на бесконечной щели конечной ширины.

Первый метод – метод векторных диаграмм. Его суть заключается в том, что колебания исходящие от каждой зоны щели представляются в виде векторов и складываются по методу векторных диаграмм.

Второй метод – метод с применением преобразования Фурье. Для вычисления полного распределения интенсивности применяют одно из преобразований Фурье.

Третий метод – метод Френеля. Он заключается в том, что плоскость щели делят на зоны таким образом, что разность хода между соседними зонами составляет  $\lambda/2$ .

Четвертый метод – метод разделения на зоны. Его особенностью является то, что плоскость щели делится на бесконечное количество бесконечно узких щелей.

Так же как и при обзоре методов расчета распределения интенсивности света дифракции Фраунгофера на бесконечно длинной щели конечной ширины, при обзоре методов расчета распределения интенсивности света при дифракции Фраунгофера на прямоугольной амплитудной решетке, было выявлено 4 метода расчета.

Первый метод – метод векторных диаграмм. Его суть заключается в том, что колебания исходящие от каждого отверстия решетки представляются в виде векторов и складываются по методу векторных диаграмм.

Второй метод – метод с применением преобразования Фурье. Для вычисления полного распределения интенсивности на дифракционной решетке во многом ссылаются на метод вычисления распределения интенсивности при дифракции на щели и также применяют одно из преобразований Фурье.

Третий метод – метод интегральной суммы колебаний. Он заключается в том, что колебание, исходящее от каждой щели, представляют в комплексном виде и после их суммирования выражают вещественную амплитуду.

Четвертый метод – метод периодических зон. Его особенность заключается в том, что разность хода колебаний от соседних щелей может быть выбрана произвольной.

# Результаты.

На основе каждого обзора были составлены классификации методов (см. рис. 1, 2) и проведено попарное сравнение методов расчета полного распределения интенсивности света при дифракции Фраунгофера на бесконечно длинной щели конечно ширины и прямоугольной амплитудной решетки. Была составлена общая классификация для всех методов расчета полного распределения интенсивности света при дифракции Фраунгофера на произвольном препятствии (см. таблицу 1).

Кроме сходств классификации методов расчета распределения интенсивности при дифракции Фраунгофера на щели и на амплитудной решетке имеют также и ряд отличий. Первая пара методов, имеет в своей основе принцип векторных диаграмм (столбец 1), но результат его применения отличается. При сложении векторов в задаче о дифракции на щели получаем дугу, а в задаче на решетке окружность. Пара методов, которые основываются на применении преобразований Фурье (столбец 2) отличаются тем, что сложение колебаний в задаче о дифракции на щели происходит непрерывно, а в задаче для дифракции на решетке дискретно.

Метод Френеля и метод интегральной суммы (столбец 3) имеют сходство в принципе сложения колебаний. Так как сложение колебаний в одном случае происходит по зонам, на которые разделена щель, а в другом по отверстиям решетки, результат получается закономерным. Метод разделения на зоны и метод периодических зон (столбец 4) имеют в своей основе одинаковую идею о разделении препятствия на зоны с одинаковой разностью хода между ними.

В методе разделения на зоны разность хода равна  $\frac{\lambda}{2}$ , а в методе периодических зон разность хода может быть выбрана любой.

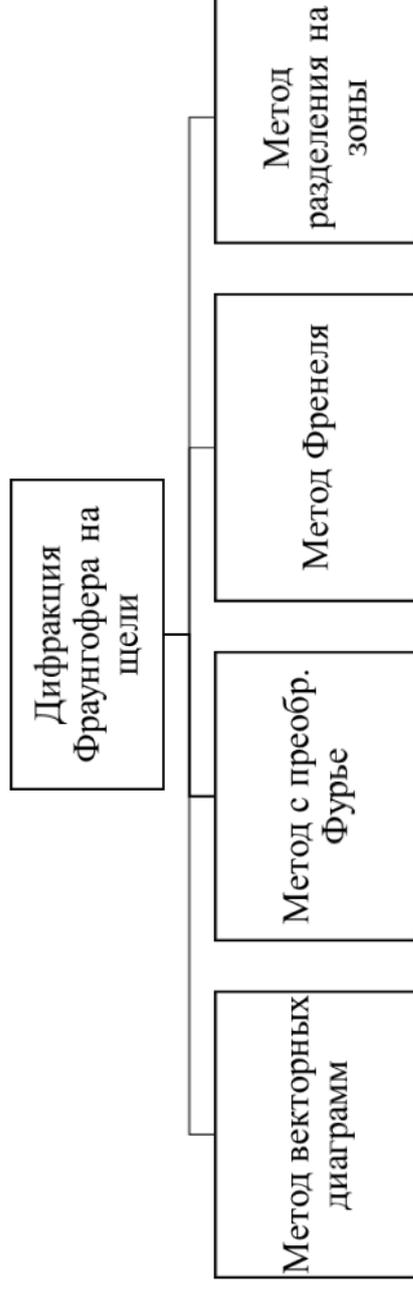


Рис. 1. Классификация методов расчета распределения интенсивности света при дифракции Фраунгофера на щели.

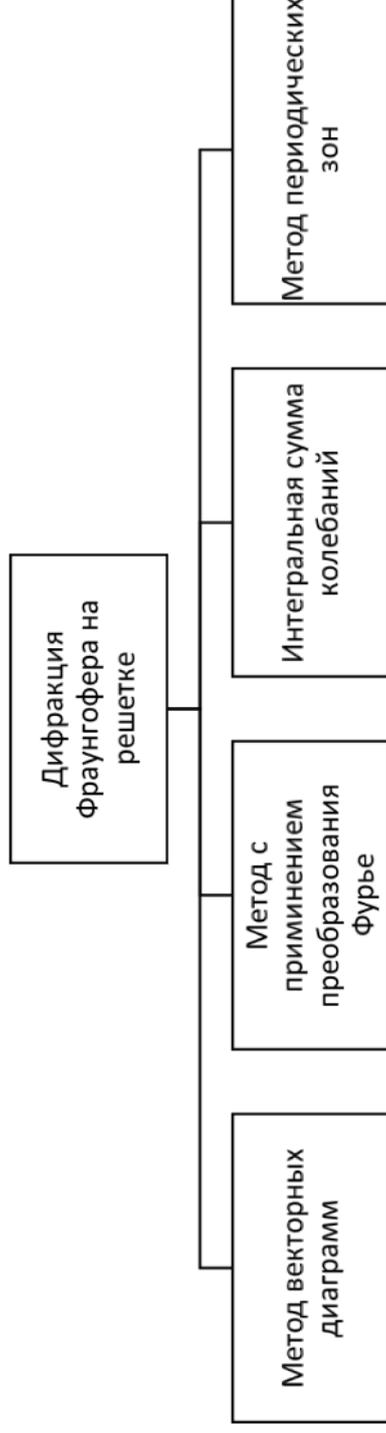


Рис. 2. Классификация методов расчета распределения интенсивности при дифракции Фраунгофера на прямоугольной амплитудной решетке.

1	2	3	4
<b>Дифракция на щели</b>			
Метод векторных диаграмм	Метод с использованием преобразования Фурье	Метод Френеля	Метод разбиения на зоны
<b>Дифракция на решетке</b>			
Метод векторных диаграмм	Метод с использованием преобразования Фурье	Метод интегральной суммы	Метод периодических зон
<b>Обобщенная классификация</b>			
Метод векторных диаграмм	Метод с использованием преобразования Фурье	Метод сложения волн	Метод разделения на зоны

Таблица 1. Обобщенная классификация расчета распределения интенсивности света при дифракции Фраунгофера.

## Заключение.

Известно несколько классических задач, на примере которых чаще всего рассматривается явление дифракции в курсах по общей физике и радиооптике. Это задачи о дифракции на краю экрана, дифракции на щели, дифракции на прямоугольной и синусоидальной решетках, и дифракции на прямоугольном и круглом отверстиях. Обзор учебных курсов (см. таблицу 1) показал, что наиболее частыми являются задачи дифракции на щели, на прямоугольной дифракционной решетке и на круглом отверстии.

Все эти задачи могут быть решены в двух вариантах. В первом варианте производят расчет условий главных максимумов и во всех учебниках этот расчет происходит одинаково. Во втором варианте выводят формулу для полного распределения интенсивности света и на этом этапе появляются различия. Исходя из этого было решено рассматривать методы описания полного распределения интенсивности световых волн при дифракции Фраунгофера на примере задачи о дифракции на щели и на прямоугольной амплитудной решетке.

Таким образом, целью данной работы стало составление классификации методов описания полного распределения интенсивности дифракции световых волн на щели и на прямоугольной амплитудной решетке в курсах по общей физике и радиооптике и, а также сравнение классификаций и на составление классификации для общего случая расчета распределения интенсивности света.

В ходе работы были проведен обзор методов расчета распределения интенсивности света при дифракции Фраунгофера на примере задач о дифракции на щели конечной ширины и на амплитудной прямоугольной решетке в курсах общей физики и радиооптике. На основе проведенного обзора были составлены:

1) классификация методов расчета распределения интенсивности при дифракции Фраунгофера на щели конечной ширины.

2) классификация методов расчета распределения интенсивности при дифракции Фраунгофера на прямоугольной амплитудной решетке.

3) Обобщенная классификация расчета распределения интенсивности при дифракции Фраунгофера.

Выполнение выше поставленных задач позволило установить сходства и различия в вычислении распределения интенсивности световых волн при дифракции Фраунгофера на щели конечной ширины и на прямоугольной амплитудной решетке, что в свою очередь дало возможность обобщить результат, который в дальнейшем может быть использован в учебном процессе при проведении занятий по оптике и радиооптике.