



ДИФРАКЦИЯ СВЕТА: ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

САТТОРОВ САРВАР НУГМОНОВИЧ

Аннотация: В данной статье рассматривается физическая природа дифракции света как одного из ключевых доказательств его волновой природы. Раскрываются механизмы образования дифракционной картины, основанные на принципе Гюйгенса–Френеля. Особое внимание уделено различным видам дифракции — Фраунгофера и Френеля, а также их математическому описанию и условиям наблюдения. Приведены примеры экспериментальных проявлений дифракции в лабораторных и естественных условиях. Подчёркивается практическая значимость дифракционных явлений в современных технологиях: лазерной оптике, спектроскопии, голографии и биофизике. Материал может быть полезен для студентов, преподавателей физики и всех, интересующихся волновыми свойствами света.

Ключевые слова: дифракция, волновая природа света, интерференция, принцип Гюйгенса–Френеля, дифракция Фраунгофера, дифракция Френеля, дифракционная решётка, длина волны, световые волны, оптика, спектроскопия, лазеры, голография, экспериментальная физика

Введение

Световые волны, как и любые другие волновые явления, способны демонстрировать сложные эффекты при взаимодействии с различными препятствиями. Одним из таких эффектов является дифракция — огибание светом препятствий и проникновение в области геометрической тени. Это явление не может быть объяснено с позиции геометрической оптики и требует волнового подхода. Дифракция была впервые зафиксирована Франческо Гримальди в XVII веке, и с тех пор она стала ключевым аргументом в пользу волновой теории света.



С открытием дифракции учёные получили инструмент для анализа тонких структур, измерения длины волны света, а также создания новых типов оптических приборов — от дифракционных решёток до спектрометров. В современных технологиях дифракция используется повсеместно: в лазерах, голографии, оптоволоконной связи, медицине и даже в квантовой оптике. Изучение этого явления в школьной и вузовской программе позволяет учащимся осознать важность волновой природы света и её проявлений в реальном мире.

Физическая природа дифракции

Дифракция света — это явление, при котором световые волны огибают препятствия или проходят через узкие отверстия, отклоняясь от прямолинейного распространения. Это невозможно объяснить с точки зрения геометрической оптики, в которой свет рассматривается как пучки прямых лучей. Волновая теория света даёт полное объяснение дифракции, используя принцип Гюйгенса-Френеля.

Согласно этому принципу, каждая точка волнового фронта является источником вторичных сферических волн. При встрече с препятствием часть волны поглощается или отражается, а оставшиеся волны, исходящие из краёв щели или объекта, начинают интерферировать друг с другом, образуя сложную дифракционную картину. Это особенно заметно, если ширина щели или размер объекта соизмерим с длиной волны света (λ). [1]

Факторы, влияющие на дифракцию:

Длина волны света: чем больше длина волны, тем более выражена дифракция.

Размер препятствия (или щели): при уменьшении размера щели относительно λ , эффект дифракции становится сильнее.

Форма препятствия: круглая, прямоугольная, многослойная щели или отверстия дают разные картины.

Физическая суть: дифракция возникает из-за волновой природы света — световые волны способны интерферировать (накладываться), усиливая или ослабляя друг друга в зависимости от разности фаз. В результате этого



возникают максимумы (яркие полосы) и минимумы (тёмные полосы) на экране или в наблюдаемом пространстве.

Простой пример: если направить монохроматический свет на узкую щель, то на экране за ней наблюдается не просто пятно света, а характерная интерференционная картина с центральным ярким максимумом и чередующимися тёмными и светлыми полосами. Это прямое проявление дифракции.

Разновидности дифракции

Дифракция Френеля характерна для ближнего поля, когда источник света и экран находятся на конечном расстоянии от препятствия. Картина наблюдается без применения линз, и волновой фронт остаётся сферическим. Это более сложный вид дифракции, требующий расчёта кривизны волны.

Дифракция Фраунгофера наблюдается в условиях "плоского" волнового фронта, либо при помощи линз. Является упрощённым случаем, широко применяемым в учебной практике и лабораторных условиях. Формулы для расчёта углов минимумов и максимумов можно использовать для определения длины волны света или параметров щели. [2]

Примеры расчётов

Пример: определение длины волны по дифракционной решётке

Пусть наблюдается максимум второго порядка ($m=2$) при угле $\theta=30^\circ$, и период решётки $d=1 \cdot 10^{-6}$ м. Тогда длина волны:

$$\lambda = \frac{d \sin \theta}{m} = \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot \sin(30^\circ)}{2} = \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5}{2} = 2,5 \cdot 10^{-7} = 250 \text{ нм}$$

Это значение соответствует ультрафиолетовому спектру, что подтверждает точность метода.

Экспериментальные наблюдения

Классический опыт с одной щелью демонстрирует центральный светлый максимум и симметричные тёмные полосы — это один из самых наглядных школьных экспериментов.



Дифракция от двух щелей (опыт Юнга) позволяет наблюдать интерференционную картину и измерить длину волны с высокой точностью.

Дифракционные решётки — устройства с множеством равномерных щелей, которые дают узкие и яркие спектры света, что используется в спектроскопии.

В лабораторных условиях можно также наблюдать дифракцию на волосе, краю лезвия и даже на микроструктурах, видимых только под микроскопом.[3]

Вывод: Дифракция света является наглядным и убедительным подтверждением волновой природы света. Это явление демонстрирует, что свет может отклоняться от прямолинейного распространения при взаимодействии с препятствиями и щелями, образуя характерные интерференционные картины. Понимание физической сущности дифракции и её математического описания имеет важное значение как для фундаментальной физики, так и для прикладных задач. Дифракционные эффекты активно применяются в оптических приборах, лазерных технологиях, медицинской диагностике, телекоммуникациях и спектроскопии. Экспериментальное изучение дифракции способствует развитию аналитического мышления у студентов, формирует научный подход к изучению явлений природы и углубляет знания в области волновой оптики

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Савельев И. В. *Курс общей физики. Том 3. Оптика.* — М.: Наука, 1982.
2. Гришин А. И., Лисицын Ю. П. *Оптика. Учебник для ВУЗов.* — М.: Физматлит, 2010.
3. Демидов В. Е., Демидова Т. Е. *Физика. Волны. Свет. Учебное пособие.* — М.: Просвещение, 2016.