

УДК 519.2

Е. А. СОКОЛОВСКАЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФРАКЦИИ ВОЛН

Обращаясь к термину «компьютерное моделирование», в общем смысле его воспринимают как визуализацию физических или математических явлений и (или) их исследование, используя один или несколько вычислительно-визуальных инструментов. Компьютерная модель используется для получения новых знаний об объекте или для приближенной оценки поведения систем, слишком сложных для аналитического исследования.

В нашей дипломной работе на тему «Компьютерное моделирование оптических явлений» рассматриваются и моделируются ряд оптических явлений, такие как преломление и отражение луча, интерференция, дифракция и дисперсия.

Для простоты мы рассматриваем дифракционную картину, возникающую при прохождении света через щель в непрозрачном экране. Для написания исходного уравнения используем принцип Гюйгенса: каждая точка фронта (поверхности, достигнутой волной) является вторичным (т. е. новым) источником сферических волн.

Для облегчения расчетов считаем, что в плоскости щели a амплитуды и фазы падающих волн одинаковы. Разобьем щель на зоны Френеля. Число зон Френеля, укладывающихся в щели, будет равно:

$$n = \frac{2a \sin \varphi}{\lambda}. \quad (1)$$

Мы видим, что число n при постоянных a и λ зависит от угла наблюдения φ . Чем больше угол наблюдения, тем больше число зон Френеля укладывается в щели. Таким образом, под углами, соответствующими четным n , мы будем наблюдать темноту. Формула, определяющая эти углы, имеет следующий вид:

$$a \sin \varphi = 2k \frac{\lambda}{2}. \quad (2)$$

Когда n равно нечетному числу, то действие остальных зон взаимно компенсируется. В этом случае мы наблюдаем максимум света.

Формула, определяющая направление максимумов света, имеет следующий вид:

$$a \sin \varphi = 2(k + 1) \frac{\lambda}{2}. \quad (3)$$

Вследствие наблюдения мы замечаем, что в пространстве за щелью вместо геометрического силуэта щели получаются полосы. По мере удаления от центральной (нулевой) полосы, которой соответствует разность хода нуль, интенсивность отдельных полос быстро убывает. Чем уже щель, тем дальше отдаляются друг от друга дифракционные полосы.

При рассмотрении варианта дифракционной решетки, когда ряд последовательных щелей с одинаковой шириной a и расположенных на равных расстояниях друг от друга b , то в случае дифракции каждая щель является самостоятельным источником когерентных колебаний. Таким образом, речь идет о сложении большого числа когерентных колебаний с равными амплитудами и постоянной разностью хода. Тогда формула для определения направлений максимумов/минимумов приобретает вид:

$$2(a + b) \sin \varphi = k \frac{\lambda}{2}. \quad (4)$$

Для моделирования явления «дифракция» будем использовать прикладную программу OptiFDTD. Данная программа позволяет исследовать пассивные устройства интегральной и дифракционной оптики, позволяет проследить эффекты дифракции, рассеяния, поглощения, отражения на субмикронном уровне.

При выполнении всех необходимых операций, которые описаны в дипломной работе, в результате мы будем наблюдать дифракционную картину, параметры которой можно будет изменять. Результаты данной работы будут опубликованы в последующем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Замятина, О. М. Компьютерное моделирование : учеб. пособие / О. М. Замятина ; Томский политехн. ун-т. – Томск, 2007. – 220 с.
2. Путилов, К. А. Курс физики : учеб. пособие. Т. 3. Оптика, атомная физика, ядерная физика / К. А. Путилов, В. А. Фабрикант ; ГИФМЛ. – М., 1963. – 620 с.
3. French, A. P. Vibrations and Waves / A. P. French. – New York : W. W. Norton & Co, 1971. – 320 с.
4. Гулд, Х. Компьютерное моделирование в физике : в 2 т. / Х. Гулд, Я. Тобочник. – М. : Мир, 1992. – Т. 1. – 420 с.