

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Институт информационных технологий БГУИР, г. Минск, Республика Беларусь

Малько Е.О., Какшинский Ф.А.

Гаврилович А.Б. – преподаватель физики УО «БГУИР» филиал «МРК», канд. физ.-мат. наук, доцент

На сегодняшний день изучение поляризации света в оптически активных веществах приобретает все большее значение в связи с необходимостью разработки новых эффективных методик диагностики поляризационных свойств материалов. В связи с этим авторами был спроектирован программно-математический аппарат для моделирования поляризационных свойств активных материалов.

При создании приборов основанных на измерении или использовании поляризации существует необходимость предсказывать параметры данных систем на этапе проектирования. В этом случае ценным инструментом является программно-математическая модель, позволяющая моделировать поляризационные свойства в различных оптически активных веществах. Для решения данной задачи авторами разработана программа в среде MatLAB для моделирования свойств материалов с учетом различных параметров [1].

Рассмотрим в качестве примера работы программы расчет параметров оптически активного кристаллического кварца треугольной формы. Основными параметрами, влияющими на поляризационные свойства материала являются: коэффициент поворота азимута поляризации  $\varphi$  длина  $L$  и толщина  $H$  исследуемого кристалла, расстояние  $l_n$  от начала кристалла в каждой точке, рабочий спектральный интервал, пройденный излучением путь в кристалле  $h_n$  (рисунок 1),.

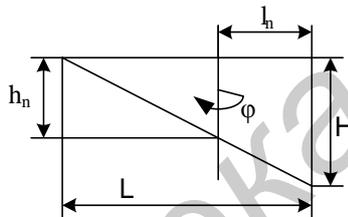


Рисунок 1 – Изображение параметров оптически активного кристаллического кварца с профилем треугольной формы

Для определения угла поворота азимута поляризации в каждой точке кристалла используется следующее выражение[2]:

$$\varphi = K \cdot l_n \cdot \frac{H}{L}, \quad (1)$$

где  $\varphi$  – угол поворота,  $K$  – коэффициент поворота азимута поляризации,  $H$  – толщина кристалла,  $L$  – длина кристалла,  $l_n$  – расстояние от начала кристалла в каждой точке.

Коэффициент поворота определяется по формуле:

$$K = \frac{a}{h_n}, \quad (2)$$

где  $a$  – постоянная поворота на единицу длины в заданном спектральном интервале,  $h_n$  – пройденный путь луча в кристалле.

Предложенная программа моделирования уже нашла применение в расчете параметров оптического модулятора К-типа в составе системы видеополяриметра.

Изображение объекта на выходе из модулятора оказывается прерывистым более или менее светлыми **полосами**, положение которых зависит от угла, заключенного между плоскостями поляризации излучения, прошедшего через модулятор, и плоскостью поляризации анализатора. Форма линий поляризации соответствует закону Малюса [3].

На рисунках 2 и 3 приведены изображения распределения интенсивности света, прошедшего через конический модулятор, полученные на реальном элементе и смоделированные с учетом поляризационных свойств материала.

Отсюда следует, что с высокой точностью можно выполнять расчет оптического модулятора поляризационной системы с использованием результатов программного моделирования, что, в свою очередь, позволяет рассчитать параметры модулятора, исходя из предъявленных к нему требований, и проверить их до начала этапа производства. Это значительно снижает риск необоснованных материальных затрат при производстве оптических элементов и готовых оптико-электронных приборов, основанных на эффекте поворота плоскости поляризации.

Также рассмотренная система моделирования может найти свое применение при проектировании более сложных поляризационных оптических деталей, в лабораторных опытах и при исследовании поляризации света.



Рисунок 2 – Изображение распределения интенсивности света на выходе из реального модулятора К-типа

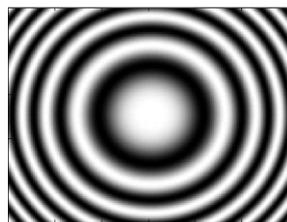


Рисунок 3 – Изображение распределения интенсивности света на выходе из смоделированного модулятора К-типа

Список используемых источников:

1. К.Л. Коулсон. Поляризация света как индикатор оптических свойств атмосферы. // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. Т. 10, №3, с. 236-245.
2. Прикладная оптика. М.: Машиностроение, 1988. -311 с.
3. У Шерклиф. Поляризованный свет. – М.: Мир, 1965.- 264 с.

## ФОТОПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ СВЕРХМАССИВНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

*Институт информационных технологий БГУИР, г. Минск, Республика Беларусь*

*Малько Е.О., Какшинский Ф.А.*

*Гаврилович А.Б. – преподаватель физики УО «БГУИР» филиал «МРК», канд. физ.-мат. наук, доцент  
Мацкевич И.Ю. – старший преподаватель кафедры ФМД ИИТ БГУИР*

На сегодняшний день одной из актуальных тенденций наблюдения космического пространства является разработка новых методик визуального и параметрического анализа космических объектов. Одним из перспективных методов наблюдения в настоящее время является метод фотополяриметрии. Поляриметрия уже имеет широкое применение в исследовании объектов солнечной системы, атмосферных и лидарных наблюдений, медицине, химии и кристаллографии. В связи с этим авторами предлагается новый метод обнаружения сверхмассивных космических объектов, основанный на анализе поляризации регистрируемого светового излучения.

Известно, что фотографические аппараты и астрономические телескопы, формирующие оптические изображения, ограничены по своим возможностям, поскольку их действие основано на регистрации только интенсивности света  $I$ . Поляризационные оптические системы позволяют получать гораздо большие объемы информации об объекте исследования благодаря возможности производить регистрацию четырех величин, имеющих размерность интенсивности, так называемых параметров вектора Стокса  $\mathbf{I}(I, Q, U, V)$ . Эти параметры чаще применяют в теоретических исследованиях. На практике чаще используют более привычные параметры поляризации  $(I, P, \chi, \beta)$ , называемые соответственно: интенсивность, степень поляризации, азимут поляризации и степень эллиптичности. [1]

В качестве наблюдаемого объекта выбраны гравитационные линзы, которые являются массивными телами (планета, звезда) или системами тел (галактика, скопление галактик, скопление тёмной материи), искривляющие своим гравитационным полем направление распространения электромагнитного излучения, подобно тому, как искривляет световой луч обычная линза.

Как правило, гравитационные линзы, способные существенно исказить изображение фонового объекта, представляют собой достаточно большие сосредоточения массы. Более компактные объекты, например, звёзды, тоже отклоняют лучи света, однако на столь малые углы, что зафиксировать такое отклонение не представляется возможным. Однако помимо искажения фонового изображения гравитационные линзы так же в существенной степени воздействуют на параметры поляризации светового потока.

Рассмотрим пример реализации метода поляризационной фотометрии с использованием для наблюдения видеопольяриметра с линейным модулятором [2]. В общем случае параметры вектора Стокса определяются следующим образом:

$$I = \frac{2}{3}(I_1 + I_2 + I_3) \quad (1)$$

$$Q = \frac{2}{3}(2I_1 - I_2 - I_3) \quad (2)$$

$$U = \frac{2}{3}(I_2 - I_3) \quad (3)$$

где,  $I_1, I_2, I_3$  - зарегистрированные интенсивности для компонентов фотоприемника с модулированным азимутом поляризации на  $60^\circ, 120^\circ, 180^\circ$  соответственно (в данном случае четвёртый параметр  $V$  не рассматривается) [3].